

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Chemie

Studijní obor: Učitelství chemie a fyziky pro střední školy



Mgr. Martin KONEČNÝ

Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání

Chemistry - Physics Relatives in the Science Education

Diplomová práce

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Hana Čtrnáctová, CSc.

Praha 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 2. září 2014

Martin Konečný

Poděkování:

Rád bych v první řadě poděkoval vedoucí své práce prof. RNDr. Haně Čtrnáctové, CSc., za vedení práce, cenné rady a všestrannou pomoc.

Velké díky patří též konzultantovi práce doc. PhDr. Mgr. Jiřímu Škodovi, Ph.D., za ochotu konzultovat téma diplomové práce, podporu v nových nápadech a udělování celkového nadhledu nad danou problematikou. Rád bych poděkoval doc. RNDr. Heleně Klímové, CSc., že díky jejímu přičinění jsem vůbec mohl studovat učitelství v kombinaci chemie a fyzika. V neposlední řadě bych poděkoval členům Katedry učitelství a didaktiky chemie za přátelské a inspirativní prostředí při mé práci.

Velmi důležité je pro mě poděkování mým kamarádům, kteří mě při mém studiu všemožně podporovali. V první řadě bych rád poděkoval Mgr. Ing. Petru Distlerovi, za sdílení nadšení z učení a rozvíjení mnoha zajímavých diskuzí. Za pomoc a rady bych také rád poděkoval RNDr. Evě Trnové, PhD. a RNDr. Mgr. Vojtěchu Žákovi, Ph.D. V neposlední řadě bych rád poděkoval za pomoc nepostradatelnému Vládimíru Barešovi.

Celé studium na vysoké škole a cesta životem by nebyly tak snadné a úspěšné bez podpory a rad mých rodičů a také mé babičky. Děkuji, mám vás rád!

Název práce: Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání

Katedra: Katedra učitelství a didaktiky chemie (31-280, KUDCH)

Abstrakt:

V diplomové práci byla provedena literární rešerše, na jejímž základě byl udělán přehled na téma interdisciplinarit v přírodovědném vzdělávání. V práci je uveden přehled mezioborových vztahů a pro doplnění i vývoj integrované výuky přírodovědných předmětů v České republice a v Evropě. Součástí diplomové práce jsou 3 vytvořené materiály pro použití přímo ve výuce. Jedná se o materiály sloužící jako studijní text pro učitele a žáky na téma Vývoj vesmíru a vznik prvků, následně na téma Luminiscence s možností praktických činností a na téma Stavba látek zaměřené vyloženě na samostatnou činnost žáků. Všechny materiály jsou ve formě použitelné přímo ve výuce. Materiály byly ověřeny učiteli na společných setkáních a odzkoušeny ve výuce se žáky na gymnáziu. Součástí práce jsou i výsledky dotazníkového šetření převážně mezi učiteli chemie, zkoumající zájem o vznik konference s názvem Veletrh nápadů učitelů chemie, určené učitelům chemie ze základních a středních škol.

Klíčová slova: mezipředmětové vztahy, interdisciplinarita, fyzika, chemie, přírodovědné vzdělávání, integrovaná výuka

Title: Chemistry - Physics Relatives in the Science Education

Department: Department of Teaching and Didactics of Chemistry

Abstract (in English):

Within the master's degree thesis was conducted a literary research. Overview of interdisciplinary relatives in science education was done based on this research. The interdisciplinary relatives are described in the work as well as a historical development of integrated science education in the Czech Republic and in Europe. Three teaching tasks were created for use in science lessons with the following topics: The universe evolution and formation of elements, Luminescence, and The substance composition. Teaching tasks can be used during the class work or as a material for talented students and have both theoretical and practical parts. The teaching tasks were evaluated by teachers who used them during their chemistry lessons. The final part of the master thesis is a survey, in which teachers answered the questions concerning the establishing of new conference called "Chemistry Teachers' Inventions Fair" for secondary school and high school teachers.

Keywords: interdisciplinary relatives, physics, chemistry, science education, integrated teaching

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK

I.	ÚVOD A CÍLE PRÁCE	8
II.	TEORETICKÁ ČÁST	11
1.	PARADIGMA INTERDISCIPLINARITY VE VĚDĚ	11
2.	CESTA K INTERDISCIPLINARITĚ VE VZDĚLÁVÁNÍ	15
3.	MEZIOBOROVOST V RÁMCOVÝCH VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMECH	20
3.1.	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání	21
3.2.	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia	22
4.	MEZIOBOROVÁ TÉMATA	23
5.	INTEGROVANÁ VÝUKA PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ V ČESKÉ REPUBLICE	28
6.	INTEGROVANÁ VÝUKA PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ V EVROPĚ	34
III.	POUŽITÉ MATERIÁLY A METODY	45
1.	REŠERŠNÍ ČINNOST	45
2.	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	46
3.	ŘÍZENÁ DISKUZE	46
4.	POUŽITÉ PROGRAMY	46
IV.	PRAKTICKÁ ČÁST	48
1.	VÝVOJ VESMÍRU A VZNIK PRVKŮ	48
1.1.	Metodický komentář	49
1.2.	Studijní text pro učitele	49
2.	LUMINISCENCE	66
2.1.	Metodický komentář	67
2.2.	Pracovní list pro práci se studenty	67
2.3.	Powerpointová prezentace	76

3.	STRUKTURA A VLASTNOSTI LÁTEK	76
3.1.	Metodický komentář	77
3.2.	Pracovní list	78
3.3.	Řešení pracovního listu a náměty	81
4.	VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ	88
V.	DISKUZE	95
1.	PŘIPRAVENÉ MATERIÁLY	95
2.	VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ CHEMIE	96
VI.	ZÁVĚR	101
VII.	LITERATURA	104

PŘÍLOHY

- A** – Souhrn publikací autora vztahujících se k diplomové práci
- B** – Seznam článků z domácích časopisů vztahujících se k tématu diplomové práce
- C** – Powerpointová prezentace na téma Luminiscence
- D** – Dotazník konference/workshop učitelů chemie
- E** – Obsah CD „Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání“

SEZNAM ZKRATEK

a.s.	Akciová společnost
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
AV ČR	Akademi věd České republiky
BSE	Bovinní spongiformní encefalopatie, nemoc šílených krav
č.	Číslo
Č.j.	Číslo jednací
ČR	Česká republika
EURYDICE	The Information Database on Education Systems in Europe
IR	Infračervený
ISCED	International Standard Classification of Education
ISCU	International Council of Scientific Unions
KUDCH	Katedra učitelství a didaktiky chemie
Meziobor.	Mezioborové
MS	Microsoft
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
NMR	Nukleární magnetická rezonance
o.p.s.	Obecně prospěšná společnost
Obr.	Obrázek
Roč.	Ročník
ROSE	The Relevance of Science Education
RVP	Rámcový vzdělávací program
RVP G	Rámcový vzdělávací program pro gymnázia
RVP ZV	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání
s.	Strana
Sb.	Sbírky
SCIED	Scientia in educatione
SŠ	Střední škola
ŠVP	Školní vzdělávací program
ŠVP	Školní vzdělávací program
Tab.	Tabulka
UK	Univerzita Karlova
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USA	The United States of America, Spojené státy americké
UV	Ultrafialový
VŠ	Vysoká škola
VŠCHT	Vysoká škola chemicko-technologická
ZŠ	Základní škola

I. ÚVOD A CÍLE PRÁCE

Vzdělání není součtem vyučovacích předmětů, ale musí být komplexním systémem – všichni si musí být vědomi mezioborových vztahů; má-li škola připravit žáka na reálný život, musí se ve škole učit řešit reálné situace, které jsou vždy komplexní.

ŠVP [1], Mensa gymnázium, o.p.s.

„Celou etapou lidského poznávání se vede myšlenka v hledání jednotného principu světa. Od dob představitelů řecké přírodní filozofie až k pracím Alberta Einsteina nacházíme ve vědeckém zkoumání snahu najít základní zákonitosti přírody a vytvořit správný filozofický obraz světa. Tento úkol však nemůže splnit žádná jednotlivá vědní disciplína. Jedinou cestou je integrace dílčích poznatků z jednotlivých věd.“
jak uvádí Vlček v článku Současné tendence v integrovaném vyučování přírodních věd. [2]

René Descart formuloval analytickou metodu, jejíž podstata spočívá v rozkládání předmětu na stále menší a menší součásti, kterou jsou odděleně zkoumány, aby nakonec bylo možné na základě poznanych elementárních poznatků hledat vzájemné vztahy, spojovat je do větších celků s cílem postupného poznávání celku. Procesy analýzy a následné syntézy poznatků jsou charakteristické pro školní praxi. Izolované informace předkládané žákům v rámci jednotlivých přírodovědných předmětů, mezi které chemie a fyzika patří, by měly být učiteli prezentovány tak, aby stimulovaly integrační procesy, které by následně vedly žáky k objektivnímu a komplexnímu přírodovědnému poznání. K tomu účelu je třeba využít didaktických prostředků, které jsou svým zaměřením předurčeny k vytváření požadovaných integračních struktur. [3]

Jedním z problémů současného přírodovědného vzdělávání je stále narůstající objem vědeckých poznatků, které je třeba transformovat do obsahu učiva. Jednou z cest, jak při stejné časové dotaci dojít k zefektivnění a zkvalitnění vyučovacího procesu, je využívání mezipředmětových vztahů a vazeb, které umožňují komplexní pojetí některých obsahů učiva. Jak také uvádí Cídllová [3], je žádoucí jednotný postup všech zainteresovaných učitelů, kteří jsou pak takto schopni vytvořit syntetický pohled žáků na přírodovědné učivo, naučí žáky myslet tak, že dokážou pohotově spojovat a zobecňovat poznatky z různých přírodovědných předmětů.

Téma Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání jsem si vybral z důvodu studia obou výše zmíněných předmětů. Téma vycházelo z méj dlouholeté zkušenosti v této oblasti, jak dokazuje přehled publikací uvedený v Příloze A. V diplomové práci tedy spojuji zkušenosti při školení učitelů a při výuce žáků. V práci využívám materiály, které jsem vypracoval a využil dříve při těchto školeních a při práci se studenty. Tyto praktické materiály byly rozšířeny a doplněny na základě rozhovorů s učiteli a žáky a taktéž byla provedena jejich evaluace na základě předem vymezených kritérií. Téma mezioborových vztahů může někdo pokládat za téma módní, jelikož se vždy periodicky opakuje v různých etapách vývoje učebního obsahu s různým cílem. Domnívám se však, že při systematickém počínání v této oblasti je možné dosáhnout úspěchů v oblasti integrace výuky, přesněji řečeno integrace výuky alespoň vybraných přírodovědných obsahů. Při systematické činnosti nejsme tolik ovlivněni novými didaktickými přístupy, které se objeví a brzy se zase ztratí. Jako klíčové považuji práci s učitelem, který je nositelem integrace. Jedním z důvodů problémů s integrací, který uvádí autoři Lepil a Svoboda [4], jsou učitelé, kteří nemají odpovídající aprobační ve výuce daných předmětů. Samotní učitelé pak postrádají materiály k takové výuce. [5] Na těchto základech byly tedy postaveny cíle diplomové práce.

Cílem diplomové práce je:

- Provést rešerši literárních zdrojů týkajících problematiky mezioborovosti a mezioborových témat.
- Na základě rešerše nabídnout pohled na téma mezioborovosti a téma integrace.

- Upravit již mnou vytvořené materiály pro praktickou činnost, které by posloužily učitelům jako podklad a podpora při snaze o integraci v rámci přírodovědného obsahu.
- Vytvořit text, který by učitelé mohli použít jako vodítko i v teoretické oblasti vzdělávání. Takovým integrujícím tématem by se mohl stát *Vznik vesmíru a vývoj prvků*.
- Evaluovat vytvořené materiály z hlediska vybraných kritérií pomocí expertního posouzení vybraným vzorkem středoškolských učitelů z praxe.
- Iniciovat založení konference pro učitele, která by vytvořila platformu k diskuzi o aktuálních problémech ve vzdělávání chemie a podnítila rozvoj nových směrů.

II. TEORETICKÁ ČÁST

Teoretickou částí diplomové práce uvozujeme do problematiky mezioborovosti a ukazujeme možnosti nahlížení na ni. Vymezuje používanou terminologii, dokládáme historický vývoj v oblasti mezioborových vztahů a integrace u nás a v zahraničí. Na mezioborové vztahy pohlížíme i z hlediska platných kurikulárních dokumentů. Zároveň shrnujeme dosavadní výsledky v této oblasti a hledáme východiska pro další rozvoj a možnou transformaci do výuky na běžných školách.

Teoretická část je vypracována po provedení rešeršní činnosti v dané oblasti a je tedy souhrnem získaných informací o dané problematice.

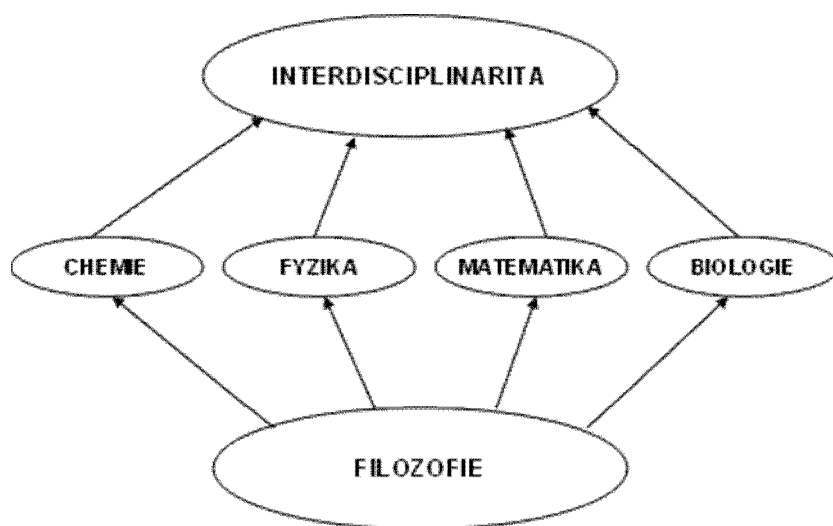
1. PARADIGMA INTERDISCIPLINARITY VE VĚDĚ

Spousta ve svém článku [6] uvádí: „Obrovský nárůst informací a zvýšené nároky na abstraktní myšlení úzce souvisí s překotným rozvojem technických prostředků, které umožňují objevovat, shromažďovat a třídit stále větší počet nových poznatků. Mechanismy a technologie dosavadního nazírání a poznávání skutečnosti jsou však v intencích postmoderního chápání světa zpochybňovány a lidstvo se dostává do situace, kdy je nuceno restrukturovat dosavadní poznání. Tento jev je důsledkem akcelerujícího hromadění poznatků a dramaticky se měnící povahy problémů praktického života. Zmíněný proces vyvolává potřebu integrace v prostoru a čase.“

V souvislosti s restrukturalizací poznávání jsou tradiční oblasti poznávání vytlačovány, mění se poznávání a mění se i způsob uvažování. Díky tomu dochází k „prostupování hranic“ již tradičních vědních disciplín, uplatňují se metody „vypůjčování“ z jiných oborů. Interdisciplinární přístup se uplatňuje všude tam, kde je třeba zkoumat složitý problém, jehož řešení přesahuje hranice jednoho vědního oboru, kde je třeba zkoumat vztahy mezi jednotlivými vědními disciplínami nebo nalézt odpovědi na celý komplex otázek. [6] Zrození interdisciplinarity vidí mnoho autorů (např. Jantsch [7], Kuhn [8]) v nerespektování hranic vědních oborů a v praktikách aplikovaného výzkumu. Podstata tohoto fenoménu je však velmi stará a můžeme ji objevit v Platónově a Aristotelově syntetickém nazírání a v integraci

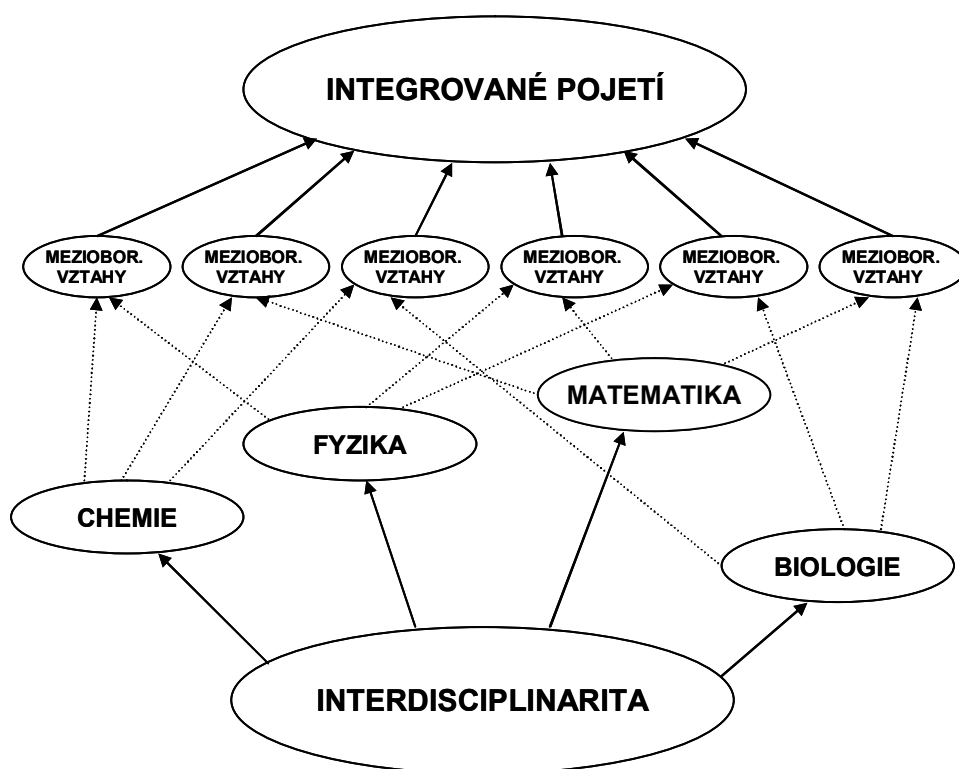
poznání, stejně jako v dílech J. A. Komenského a I. Kanta. Idea sjednocení poznání se stala ideou renesančních humanistů. [6]

Z výše uvedeného tedy vyplývá, že k interdisciplinaritě dospějeme přirozeným vývojem lidské společnosti, vědy a techniky. Jde o vývoj, který je dán novými koncepcemi, poznatky a snahou zodpovědět důležité otázky moderního světa a společnosti. Na tento fenomén můžeme nahlížet skrze postup vědy reálné a vědy školní. Věda školní je pouze idealizovaným modelem vědy reálné se všemi těmito důsledky. Na Obr. 1 je znázorněna fylogeneze reálné vědy, která má kořeny ve filozofii a směřuje k interdisciplinaritě, kam již dnes reálná věda skutečně došla a očekává se ještě větší rozvoj interdisciplinaritě, chceme-li multidisciplinaritě [9].



Obr. 1: Grafické znázornění reálné vědy, vlastní tvorba

Na Obr. 2 je znázorněna struktura školní vědy, která odráží ontogenezi. Z porovnání obou obrázků vidíme, že fylogeneze a ontogeneze mají společný směr a tím je interdisciplinarita. Zatímco reálná věda, která je vždy oproti vědě školní o 150 až 300 let dopředu, už tímto procesem prošla, věda školní je zatím pouze na pomyslné mezioborovosti.

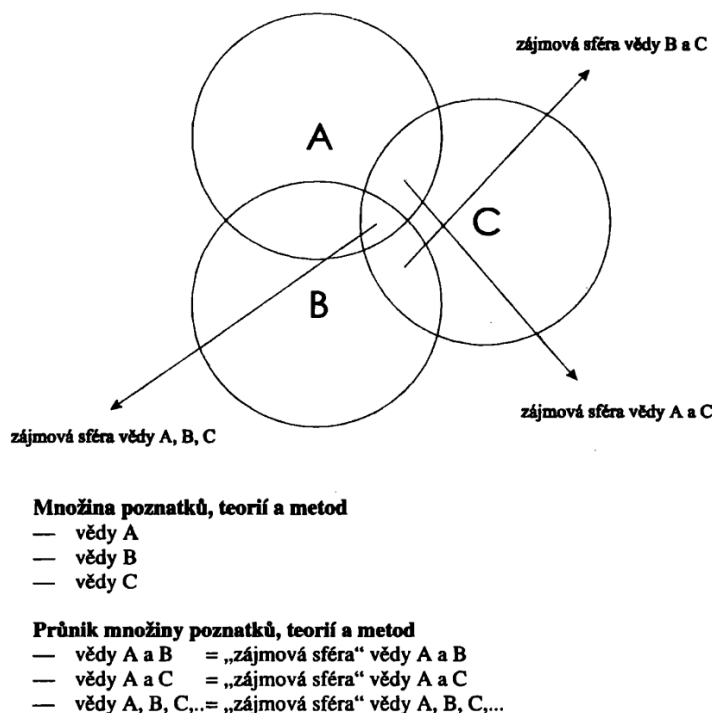


Obr. 2: Grafické znázornění školní vědy, vlastní tvorba

Pohlédneme-li k filozofickým otázkám na téma interdisciplinarity a mezioborových vztahů, jak uvádí Spousta [6], můžeme tak činit pouze v rovině nejvyšší obecnosti a lze tak postihnout jen nejobecnější souvislosti. Domníváme se však, že nahlížení na problematiku interdisciplinarity skrze obecné souvislosti může být přínosem. Trend vývoje popsany v úvodu podkapitoly se zcela zákonitě projevuje i v pedagogických vědách, a to v základních, hraničních, příbuzných i pomocných vědních disciplínách. Pochopitelně tedy proniká i do oborových didaktik a do vztahů mezi nimi. Jednotlivé oblasti výchovy se však nemohou rozvíjet izolovaně. Vyjdeme-li z Bernalova pojetí vědy [10], poté pro pojednání o mezioborových vztazích vybereme z mnoha pojetí slova věda pouze jeden: „Věda jako soustava metod, obecných poznatkových systémů – tedy metodologickou a teoretickou stránku vědy.” [6]

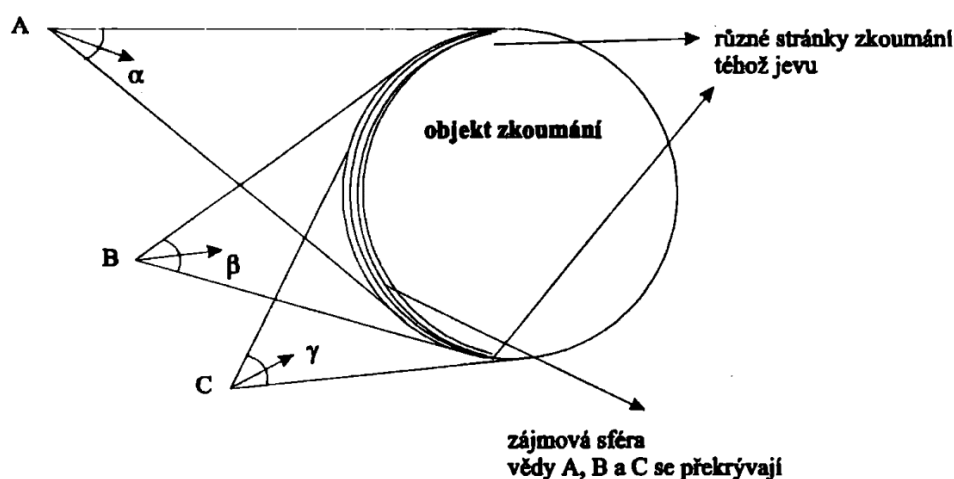
Objektem vědeckého zájmu se může stát jakýkoliv jev planetárního a kosmického časoprostoru, kterákoliv oblast přírody, společnosti nebo vědomí. Tato se podle své povahy stává předmětem zkoumání různých vědních disciplín. Rozdílnost mezi těmito vědními obory odráží odlišnou povahu objektu zkoumání. Z pohledu interdisciplinárního se však stává jedna a tatáž realita předmětem společného

vědeckého zájmu různých oborů. Každý z těchto oborů se zaměřuje na určitou oblast zkoumaného fenoménu nebo svůj pohled cílí na daný objekt z určité pozice, nahlíží ho z určitého zorného úhlu. [6] Relace mezi objektem zkoumání a souborem vědních oborů, které se jím zabývají, graficky znázorňuje Spousta [6]. Grafické znázornění je umožněno pomocí Eulerových kruhů jako překrývání a průnik (prolínání) jejich „zájmových sfér“ viz Obr. 3.



Obr. 3: Grafické znázornění relace mezi objektem zkoumání a souborem vědních oborů
(Převzato z [6])

Různost pohledu několika vědních disciplín na jeden a týž objekt zkoumání můžeme též graficky znázornit Obr. 4, jak uvádí Spousta [6]. Při jeho konstruování vycházíme z představy, kterou znázorníme jako průmět průniku koule, symbolizující objekt zkoumání a několika rotačních kuželů, jež vymezují prostor i úhel pohledu pro zkoumání jednotlivých vědních oborů. Pohled vědy A a vědy B (C) jsou rozdílné nejen proto, že zkoumají různé stránky téhož jevu, ale i proto, že na tutéž stránku nahlízejí pod různými zornými úhly. [6] Z Obr. 4 vidíme, že pokud pozorujeme jev pod nejmenším zorným úhlem α , umožňuje nám to globální vidění, protože pozorovaný objekt je nejdále. Toto je specifické pro teoretický pohled. Pozorováním jevu pod největším zorným úhlem γ , umožňuje pozorovateli detailní vidění, jelikož pozorovatel je objektu nejbližší, což je specifické pro praktický pohled.



Zorný úhel zkoumání vědy

$\alpha \equiv$ „zorný úhel“ zkoumání vědy A

$\beta \equiv$ „zorný úhel“ zkoumání vědy B

$\gamma \equiv$ „zorný úhel“ zkoumání vědy C

(úhel $\alpha \leq \beta \leq \gamma$)

Objekt zkoumání

Různé stránky zkoumání téhož jevu

„Zájmová sféra“ vědy A a B se překrývají

Obr. 4: Grafické znázornění různosti pohledu vědních disciplín na objekt zkoumání

(Převzato z [6])

2. CESTA K INTERDISCIPLINARITĚ VE VZDĚLÁVÁNÍ

Vzájemný vztah mezi vědou a technikou na straně jedné a společností na straně druhé uvádí Škoda a Doulík ve své studii [9] jako jedno z komplexních témat, které by se v budoucnosti mělo řešit v přírodovědném vzdělávání. Podkládá to výsledky výzkumu ROSE (The Relevance of Science Education), kde se ukazuje, že přírodovědné předměty patří ve školách (vzorek patnáctiletých žáků ve 40 zemích světa) v průmyslových zemích mezi nejméně oblíbené. Tyto předměty nejsou chápány jako důležité pro život a pracovní kariéru žáků a s tím souvisí i neochota stát se v budoucnu přírodovědcem. Snahou je tedy přetechnizované přírodovědné vzdělávání přiblížit více běžnému životu. Podle DeHart Hurda [11] je třeba do přírodovědného vzdělávání včleňovat významné trendy ovlivňující soudobé vzdělávání, jako jsou multikulturní přístupy, interdisciplinární vazby a práce s koncepčními tématy.

V přírodovědném vzdělávání se celosvětovým trendem stalo rozvíjení klíčových kompetencí žáků a schopnost řešit problémy na úkor faktografických poznatků. Jak uvádí Pínto [12], pozornost by se měla věnovat především tématům, která jsou schopna integrovat různá fakta a pojmy do vyšších, komplexnějších struktur, jež mají výrazně interdisciplinární charakter. Tato témata by měla být schopna tvořit vazby mezi přírodovědným vzděláváním a matematikou, historií, ekonomikou, uměním, ale i literaturou a dalšími vědeckými disciplínami reprezentovanými jednotlivými školními předměty. Interdisciplinární myšlení je tak strategií, která umožňuje žákům pochopit význam vzdělávacího obsahu přírodovědného vzdělávání. [9]

První moderní tendence s obsahovou modernizací jednotlivých vyučovacích předmětů započaly v padesátých letech a v návaznosti na to se objevuje první myšlenka integrovaného vyučování v šedesátých letech. Není to však myšlenka nová, neboť podobné snahy se objevily již dříve ve třicátých letech, ale v té době nebyla připravena půda pro tuto koncepci, bylo nutné vyčkat dalšího rozvoje vědy a techniky, jelikož současný stav vědy si toto pojetí přímo vynucuje. [2] První přesnější vymezení integrované výuky se objevilo v šedesátých a sedmdesátých letech 20. století, kdy ve světě (zejména ve Velké Británii, USA a Kanadě) dochází v rámci nadnárodních světových organizací (ISCU, UNESCO) k výrazným inovačním snahám v obsahu i formách školního vzdělávání, jejichž cílem bylo zvýšení jeho úrovně a také zvýšení zájmu o přírodovědné předměty. Pojem integrace přírodních věd byl charakterizován jako „*přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežilé nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd.*“ [2]

Jak uvádí Škoda v monografii [13], je třeba v pedagogické literatuře rozlišovat mezi integrovaným vzděláváním a integrovaným vyučováním. **Integrované vzdělávání** popisuje „*přístupy a způsoby zapojení žáků se zvláštními vzdělávacími potřebami do hlavních proudů vzdělávání a do běžných škol. Cílem je poskytnout i žákům s těžkými trvalými zdravotními postiženími společnou zkušenost s jejich zdravými vrstevníky, a přitom respektovat jejich specifické potřeby.*“ [14] A jedná se tedy o jinou oblast vzdělávání, než o kterou nám v rámci této práce jde.

Integrovanou výuku můžeme podle Podroužka [15] chápat „ve smyslu spojení (syntézy) učiva jednotlivých učebních předmětů nebo kognitivně blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek s důrazem na komplexnost a globálnost poznávání, kde se uplatňuje řada mezipředmětových vztahů. Integrovaná výuka tak není založena na vybraných oblastech vzdělávání či učebních předmětech, tj. na předmětovém kurikulu, ale vychází z tzv. integrovaného kurikula. [16]

Kovalíková [17] hovoří o **integrované výuce**, jako o výuce realizující mezipředmětové vztahy a spojení teoretických činností s praktickými v těchto hlavních formách:

- integrované předměty nebo kurzy,
- moduly nebo témata zařazované jako součást více předmětů,
- projekty spojující poznatky z více předmětů s praktickými zkušenostmi a produktivními činnostmi,
- integrované dny, kdy celá škola realizuje jedno společné téma.

Podle rozsahu integrace může být integrovaná výuka chápána jako:

a) konsolidování učiva (dle Podroužka [15]), tj. ve smyslu sjednocení obsahů různých učebních předmětů v samostatný učební předmět (časté bývá např. spojení chemie a fyziky). Většinou se uplatňují pouze dvouoborové mezipředmětové vazby, jednotlivá témata jsou řazena za sebou, přičemž se vychází ze stanovení způsobu a struktury řazení poznatků jednotlivých oborů. Jejich obsah však zůstává relativně samostatný. V tomto případě mluvíme o tzv. vnější integraci [16], neboť jsou spojovány učební předměty z podobných kognitivních oblastí. Jako klíčové se v tomto případě jeví vhodné řazení jednotlivých témat integrovaných oborů. To umožňuje řešit danou problematiku z různých úhlů pohledu a pomáhá postihovat souvislosti mezi jednotlivými problémy. Při tomto způsobu integrace je třeba zejména řešit otázku, které učební předměty je vhodné spojovat. [16]

b) koncentrování učiva (dle Podroužka [15]), tj. ve smyslu výkladu nebo řešení určitého problému současně z různých hledisek jednotlivých vědních oborů, a tak vytvoření nového učebního předmětu, který by umožnil různé pohledy na daný problém spojit v jeden celek a uplatňovat tak řadu multilaterálních mezipředmětových vazeb v obsahu učiva (lze se např. zabývat pohledem

na vzduch, vodu atd. z hlediska přírodopisu, fyziky, chemie, zeměpisu apod.). V tomto případě se jedná o vnitřní integraci a často se pak mluví o tzv. **sjednocené výuce** [2], [18]. Ta směřuje k jednotnému pohledu na vybraný problém a jeho řešení z pohledu několika učebních předmětů současně. V tomto případě je nutno řešit primární otázku, co a jak vybrat z obsahu tradičních učebních předmětů a jak stanovit rozsah, strukturu a pojetí nového předmětu. Tento přístup umožňuje, aby si žáci vytvořili ucelený obraz okolního světa; eliminuje se tak roztržitost poznatků. Na druhou stranu může být u tohoto typu integrace problém se zachováním logičnosti propojování poznatků. Navíc v našem systému pregraduální přípravy učitelů, která probíhá zpravidla jako dvouaprobáčnické studium, hrozí reálné riziko upřednostňování některého předmětu (případně předmětů) před druhými. [16]

- c) **koordinaci učiva** (dle Vlčka [2] a Janáse [19]), na kterou lze nahlížet jednak ve smyslu logické návaznosti osvojování, rozšiřování a prohlubování učiva v jednotlivých předmětech (koordinace obsahová), jednak ve smyslu používání stejných metod a metodických postupů (koordinace metodická), a také i ve smyslu časové návaznosti na učivo předcházející, na současně osvojované i na učivo budoucí (koordinace časová). Tento způsob integrované výuky je na našich školách využíván zřejmě nejčastěji, neboť umožňuje využívání bilaterálních mezipředmětových vazeb, které učitelé dokáží nejsnáze vyhledávat a začleňovat do školních vzdělávacích programů, resp. do učebních osnov jednotlivých předmětů. Tyto vazby lze navíc nalézat téměř mezi jakýmkoliv předměty. [16]

Integrovanou výuku lze chápat dle Podroužka [15] a Lepila [18] také jako tzv. **kombinovanou výuku**, kdy se v určitých fázích (zpravidla na začátku nebo na konci druhého stupně základní školy) realizuje sjednocená (integrovaná) výuka přírodovědných předmětů.

V užším slova smyslu (Podroužek [15] a Kovalíková [17]) je možné integrovanou výuku chápat také jako soubor **integrovaných témat**, která jsou zařazována do samostatných učebních předmětů (podle RVP ZV bývá např. zařazováno průřezové téma environmentální výchova do jednotlivých vzdělávacích oborů nebo

vyučovacích předmětů ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda). Častou praxí našich základních škol je též provádění různých typů projektů, které spojují poznatky z více předmětů s praktickými činnostmi, případně tzv. integrovaných dnů, kdy celá škola realizuje jedno společné téma. [16]

K integraci samotné je možné také přistupovat z různých výchozích hledisek, dle Vlčka [2] a doplněno Lepilem [18]:

- a) Přístup z hlediska vědeckých pracovních postupů je založen na postupném probírání základních vědeckých pracovních postupů, počínaje pozorováním a tříděním a konče experimentováním, při kterých se žák seznamuje se základními údaji a principy, s nimiž se setkává v přírodě.
- b) Tematický přístup, u kterého se v učebním programu probírají postupně témata jako voda, vzduch, Země, živé organismy atd. ze všech možných hledisek, tj. fyzikálního, chemického, biologického, geologického, astronomického atd.
- c) Přístup z hlediska životního prostředí třídí poznatky o přírodě z hledisek vztahu člověka k prostředí.
- d) Přístup z hlediska pojmové struktury je jedním z nejzávažnějších, neboť učební programy jsou založeny na hlavních přírodovědných pojmech, které se postupně budují a uvádějí do vzájemné souvislosti.
- e) Strukturní přístup je kombinací přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů a z hlediska pojmové struktury.
- f) Přístup z hlediska užitných věd klade důraz na přírodovědné poznatky a jejich utřídění z hlediska výrobních procesů. Zpravidla se vychází z průmyslu v oblasti školy.

V Pedagogickém slovníku [14] je zmiňováno rovněž **integrované kurikulum**, které je definováno jako „vzdělávací program založený na integrované výuce“. **Integrované učení** realizuje vyučování pomocí integrování (inkluze, propojení) obsahů jednotlivých vyučovacích oborů. Skalková [20] hovoří o způsobu vytváření obsahu vzdělávání i organizace procesu vyučování na základě jedné osy, určité centrální ideje. Podle Nieurzyły [21] je třeba chápat integrované učení komplexně, neboť:

- umožňuje působení na všechny oblasti osobnosti (psychická integrace),

- opírá vzdělávání o různé formy aktivity žáků (funkční integrace),
- odstraňuje izolovanost vědomostí získaných v různých předmětech (obsahová integrace),
- předpokládá využití různých strategií učení (metodická integrace).

Podle Dyky [22] probíhá integrace na samotném žákovi, kterému umožňuje prožítí celistvé skutečnosti i z hlediska intelektuálního, motivačního a funkčního. Integrace se děje na úrovni společných činností žáků, učitelů a rodičů. Dyka tedy chápe integraci v hlubokém sociálním kontextu. Cílem výuky by mělo být vytvoření komplexního integrovaného prostředí pro život, aktivitu a vývoj.

3. MEZIOBOROVOST V RÁMCOVÝCH VZDĚLÁVACÍCH PROGRAMECH

Principy kurikulární politiky pro současné vzdělávání žáků od tří do devatenácti let jsou zformulovány v Národním programu rozvoje vzdělávání v České republice (tzv. Bílé knize) [23] a zakotveny v zákoně č. 561/2004 Sb. (zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání) [24]. Státní úroveň kurikulárních dokumentů představují Národní program vzdělávání a rámcové vzdělávací programy (RVP). Vzdělávání na jednotlivých školách se uskutečňuje podle školních vzdělávacích programů (ŠVP), které si vytváří každá škola v souladu se zásadami stanovenými v příslušném RVP. Vzdělávací obsah na čtyřletých gymnáziích a na vyšším stupni víceletých gymnázií je podle Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) [25] rozdělen celkem do osmi vzdělávacích oblastí. Fyzika a chemie společně s biologií, geografii a geologií tvoří v RVP G jako obsahově blízké přírodovědné obory jednu vzdělávací oblast s názvem Člověk a příroda. [26]

Problematika integrace v kontextu kurikulárních dokumentů je pečlivě zpracována Šíbou v rámci disertační práce [27], a proto tuto část jeho práce (v [27] strana 33 až 35) přebíráme.

3.1. Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) [28] zavádí vzdělávací oblast **Člověk a jeho svět**, která (jako jediná) je koncipována pouze pro první stupeň základního vzdělávání. Tato oblast „vymezuje vzdělávací obsah týkající se člověka, rodiny, společnosti, vlasti, přírody, kultury, techniky, zdraví a dalších témat. Uplatňuje pohled do historie i současnosti a směřuje k dovednostem pro praktický život. Svým široce pojatým syntetickým (integrovaným) obsahem spoluutváří povinné základní vzdělávání na 1. stupni [28].“ Vzdělávací obsah oblasti Člověk a jeho svět je členěn do 5 tematických okruhů *Místo, kde žijeme (1)*, *Lidé kolem nás (2)*, *Lidé a čas (3)*, *Rozmanitost přírody (4)* a *Člověk a jeho zdraví (5)*. Propojením těchto tematických okruhů je možné vytvářet v ŠVP na 1. stupni ZŠ různé varianty vyučovacích předmětů. Autoři RVP ZV doporučují jeden předmět v 1. – 3. ročníku a dva předměty ve 4. a 5. ročníku (tj. *Vlastivěda* zahrnující okruhy 1 – 3 a *Přírodověda* zahrnující okruhy 4 a 5). Možné jsou však i jiné varianty. Základní školy tedy nediferencují přírodovědné poznání na 1. stupni do jednotlivých vědních disciplín. Přírodovědné obory se obvykle vyčleňují do samostatných předmětů až na druhém stupni. Na druhém stupni základní školy (popřípadě na odpovídajících ročnících víceletých gymnázií) je zavedena vzdělávací oblast **Člověk a příroda**, která zahrnuje vzdělávací obory Chemie, Přírodopis, Fyzika a Zeměpis. V její charakteristice se uvádí: „V této vzdělávací oblasti dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav, včetně člověka [28].“ Dále jsou v textu diskutovány očekávané výstupy jednotlivých vzdělávacích oborů, společné očekávané výstupy však definovány nejsou, pouze je uvedeno cílové zaměření vzdělávací oblasti, které je však příliš obecně formulováno. Domnívám se, že vymezení očekávaných výstupů z pohledu celé vzdělávací oblasti by učitelům pomohlo při hledání souvislostí v rámci přírodních věd.

3.2. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (dále jen RVP G) [25] hovoří o integraci obsahu vzdělání několikrát. V části C, která je věnována cílům a celkovému pojetí gymnaziálního vzdělávání, se uvádí, že ve vzdělávání by se měly uplatňovat postupy a metody podporující tvořivé myšlení a zařazovat do výuky nové organizační formy i integrované předměty [25]. Dalším novým prvkem, který zavádějí rámcové vzdělávací programy do výuky a který přímo souvisí s tématem integrované výuky, jsou takzvaná **průřezová témata**. Průřezová témata tvoří povinnou součást vzdělávání. Jde o témata, která jsou v současné době chápána jako aktuální. Mají především ovlivňovat postoje, hodnotový systém a jednání žáku. Jejich úkolem je také propojovat a doplňovat, co si žáci během studia osvojili. Přírodovědné poznatky lze včlenit především do průřezového tématu environmentální výchova. Vzdělávací oblast Člověk a příroda je v RVP G charakterizována takto: „Základní prioritou každé oblasti přírodovědného poznávání je odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy. Přírodní objekty jsou totiž vesměs systémy nebo tyto systémy vytvářejí. Zkoumání přírody tak nezbytně vyžaduje komplexní, tj. multidisciplinární a interdisciplinární přístup, a tím i úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů a odstraňování jakýchkoli zbytečných bariér mezi nimi. Vzdělávací oblast Člověk a příroda má proto také umožnit žákům poznávat, že bariéry mezi jednotlivými úrovněmi organizace přírody reálně neexistují, jsou často jen v našem myšlení a v našich izolovaných přístupech. Svým obsahovým, strukturním i metodickým pojetím má oblast vytvářet prostředí koordinované spolupráce všech gymnaziálních přírodovědných vzdělávacích oborů. Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které uplatňují ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně empirické prostředky (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Každá z těchto složek je přitom v procesu výzkumu nezastupitelná, vzájemně se ovlivňují a podporují [25].“ RVP G poukazuje především na obsahové a metodické vazby mezi přírodovědnými předměty, tedy využití tematického přístupu nebo přístupu z hlediska vědeckých pracovních postupů. Vazby přírodních věd na jejich společný historický vývoj a na vývoj lidského myšlení však zmiňovány nejsou. Právě jejich zdůraznění však

může vnést do výuky humanitní prvky. Proces humanizace přírodních věd na jedné straně a na druhé straně využívání exaktních metod typických pro přírodní vědy ve vědách společenských ve svém důsledku vede k sbližování společenskovědního a přírodovědného obsahu vzdělání, tedy k mezioborové integraci.

4. MEZIOBOROVÁ TÉMATA

Škoda ve své monografii [13] uvádí několik výzkumů, na kterých dokládá, že vzájemně oddělená výuka v sobě nese i vzájemně oddělené pojmy, u kterých dochází jen obtížně k propojení. Zdá se, že ačkoliv se jedná o jeden a týž pojem, pouze jinak pojmenovaný v např. v chemii a fyzice, žáci si tento poznatek v rámci obou předmětů nepropojí, pojímá ho pouze izolovaně. V rámci interdisciplinarity by tedy mělo dojít i ke sjednocení jednotlivých pojmů. Škoda v této monografii přehledně zpracoval téma, jak by se vzájemně mohla integrovat. Následně tedy uvádíme přejatou část (v [13] strana 188 až 193), upraveno.

Možnosti integrace výuky některých témat či tematických celků z učiva přírodovědných předmětů **na úrovni 2. stupně základní školy** ukazuje následující přehled v Tab. 1, který vychází z nejrozšířenějšího vzdělávacího programu Základní škola [29].

Tab. 1. Možnost integrace výuky na 2. stupni ZŠ

TÉMA (TEMATICKÝ CELEK)	SOUČASNÁ VÝUKA			
Látky a tělesa (vlastnosti látek, skupenství)	fyzika 6. roč.	chemie 8. roč.		
Částicové složení látek (atom a jeho složení, proton, neutron, elektron, ion, molekula)	fyzika 6. roč.	chemie 8. roč.		
Vlastnosti kapalin a plynů, vzduch, atmosférický tlak, základy meteorologie	fyzika 6. roč.	zeměpis 7. roč.	přírodopis 6. roč.	chemie 8. roč.
Světelné jevy, světlo (fotosyntéza), stín, zatmění Slunce a Měsíce,	fyzika 7. roč.	přírodopis 6. roč.	zeměpis 6. roč.	
Elektrický náboj, elektrický článek, elektrický proud, akumulátor, redox děje, elektrolyza	fyzika 8. roč.		chemie 9. roč.	
Energie a její přeměny, vnitřní energie, aktivační energie, exo a endotermické reakce.	fyzika 8. roč.		chemie 9. roč.	

Výroba energií, obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie	fyzika 8. roč.	zeměpis 8. roč.	chemie 9. roč.
Vesmír, sluneční soustava a její složení, hvězdný a sluneční den.	fyzika 9. roč.	zeměpis 6. roč.	
Čistota ovzduší, teplotní inverze, smog, kyselý déšť, ozonová díra	zeměpis 8. roč.	přírodopis 6. roč.	chemie 8. roč.
Fosilní paliva, uhlí, ropa, jejich těžba a ekologická rizika	přírodopis 9. roč.	chemie 9. roč.	zeměpis 8. roč.
Rozlišení anorganických a organických látek, jejich charakteristika	přírodopis 6. roč.		chemie 9. roč.
Radioaktivní záření, jaderná energie, účinek záření na organismy	fyzika 8. roč.	přírodopis 9. roč.	
Bioorganické látky, biopolymery, nukleové kyseliny, dědičnost	přírodopis 8. roč.	chemie 9. roč.	
Země jako planeta, její přírodní složky a vývoj	zeměpis 6. roč.	přírodopis 9. roč.	

Pozn.: Nasazení tématu či tematického celku v konkrétním ročníku vychází z doporučení učebního plánu. Posloupnost jednotlivých témat však není pro učitele striktně závazná, i když jsou formulována určitá doporučení např. vzhledem k možnostem přechodu žáků ze základních škol na šestiletá gymnázia.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda [30] má žákům poskytnout prostředky a metody pro hlubší porozumění přírodním faktům a jejich zákonitostem. Upouští se od výrazně faktografické obsahové náplně učiva ve prospěch určitého základu pro lepší pochopení a využívání současných technologií a ve prospěch snahy pomoci se žákům lépe orientovat v běžném životě, jak popisují např. Campbell a Lubben. [31] I v našich podmínkách se tedy objevují prvky integrace přírodovědného a technického (technologického) vzdělávání, které jsou stále více využívány i v světě. [32], [33] Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda dostávají žáci příležitost poznávat přírodu jako komplexní systém, jehož součásti jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy a trvale udržitelného rozvoje. Vzdělávací obory této vzdělávací oblasti, jimiž jsou fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis (u nás je zeměpis tradičně řazen spíše mezi přírodovědné disciplíny a svými akcenty tomu odpovídá i jeho předmětové kurikulum), svým činnostním a badatelským charakterem výuky [34] umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. [35] Zvláště významné je, že při studiu přírody

specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Podle RVP ZV se jedná především o „rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry.“ [30] Tyto dovednosti, ačkoliv jsou RVP ZV uváděny v souvislosti se vzdělávací oblastí Člověk a příroda, by však měly být u žáků rozvíjeny i v rámci výuky jednotlivých konkrétních přírodovědných předmětů. Žáci se tak učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy [36], využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.

Jak je částečně patrné i z přehledu možné integrace výuky témat či tematických celků, je environmentální problematika oblastí s největším průnikem učiva jednotlivých přírodovědných předmětů. Je třeba říci, že problematika životního prostředí a trvale udržitelného rozvoje se stává v posledních letech vysoce akcentovanou zejména na úrovni 2. stupně ZŠ (přidává se k ní i výchova ke zdravému životnímu stylu) a postupně výrazně proniká do učiva všech přírodovědných předmětů a projevuje se jejich „ekologizací“ (např. předmět ekologický přírodopis ve vzdělávacím programu Základní škola [29]). Rovněž RVP ZV věnují environmentální problematice zvýšenou pozornost. V rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda se žáci učí zkoumat změny probíhající v přírodě, odhalovat příčiny a následky ovlivňování důležitých místních i globálních ekosystémů a využívat své přírodovědné poznání ve prospěch ochrany životního prostředí a principů udržitelného rozvoje. Komplexní pohled na vztah mezi člověkem a přírodou utváří spolu s fyzikálním, chemickým a přírodopisným vzděláváním také vzdělávání zeměpisné, které navíc umožňuje žákům postupně odhalovat souvislosti přírodních podmínek a života lidí a jejich společenství.

Rovněž na úrovni **vyššího stupně gymnázií** lze uvažovat o integrované výuce některých témat v rámci učiva přírodovědných předmětů. Obecně lze říci, že prostor pro integrovanou výuku je oproti 2. stupni ZŠ výrazněji zúžen, což souvisí s větší specializací jednotlivých přírodovědných předmětů a konkretizací obsahu jejich učiva. Lze uvažovat spíše o integraci výuky určitých témat, nikoliv celých

tematických celků. Následující přehled v Tab. 2 ukazuje možnost integrace výuky některých témat podle osnov přírodovědných předmětů pro 1. – 4. ročník čtyřletých gymnázií.

Tab. 2. Možnost integrace výuky na čtyřletých gymnáziích

Př.	Tematický celek	SPOLEČNÁ TÉMATA	Tematický celek	Př.
Fy	Molekulová fyzika a termika	Relativní atomová a molekulová hmotnost, látkové množství, Avogadrova konstanta, molární hmotnost a objem, hmotnost atomů a molekul	Úvod do studia chemie	Ch
Fy	Fyzika mikrosvěta	Elektronový obal, kvantování energie atomu, atomové orbitály, jejich typy, zaplňování, valenční elektrony	Složení a struktura chemických látek	Ch
Fy	Molekulová fyzika a termika	Základy termochemie, enthalpie, vnitřní energie, termodynamické zákony	Kvalitativní a kvantitativní stránka chemických reakcí	Ch
Fy	Elektřina a magnetismus	Základy elektrochemie, Faradayovy zákony	Zákonitosti přeměn výchozích látek na produkty	Ch
Bi	Základní děje na buněčné úrovni	Enzymy a jejich význam, anabolismus, katabolismus, dýchání, kvašení, fotosyntéza, proteosyntéza, syntéza NK, bioenergetika	Základy biochemie	Ch
Bi	Biologie člověka	Toxikománie, alkoholismus, návykové látky, chemie přírodních látek	Chemie přírodních látek	Ch
Bi	Ekologie	Biochemické cykly prvků C, N, P, Ca...	Základy anorganické chemie	Ch
Bi	Ekologie	Ekologické problémy v rámci udržitelného rozvoje společnosti, obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie	Chemie a životní prostředí	Ch

Ze	Země jako vesmírné těleso	Základní stavba vesmíru, hvězdy a planety. Planeta Země jako součást vesmíru	Astrofyzika	Fy
Ze	Přírodní obraz země	Organismy na Zemi a jejich životní prostředí, biosféra jako jedna ze sfér Země, biosféra a člověk, antropogenní vlivy na biosféru, ekologická valence a abiotické faktory	Ekologie	Bi
Ze	Krajina a životní prostředí	Životní prostředí, ochrana a rozvoj životního prostředí, trvale udržitelný rozvoj lidské společnosti.	Ekologie	Bi

Pozn.: U jednotlivých témat není možné uvádět ročníky, neboť vymezení a posloupnost v řazení tematických okruhů a tematických celků nejsou pro vyučujícího závazné. Předpokládá se, že si vyučující vypracuje vlastní časově tematický plán výuky jednotlivého předmětu.

Jak vyplývá z uvedeného přehledu, je i v rámci učiva přírodovědných předmětů na úrovni 1. – 4. ročníku čtyřletého gymnázia možnost integrace výuky některých témat. Až na určité výjimky (základy biochemie a základní děje na buněčné úrovni) jsou však průniky tematických celků z různých přírodovědných předmětů relativně malé, zvláště např. při porovnání s 2. stupněm ZŠ. Týkají se obvykle jen omezené problematiky či několika pojmů. Tematickou oblastí, která představuje značný potenciál pro možnou integrovanou výuku, je problematika životního prostředí, faktorů, které životní prostředí ovlivňují a trvale udržitelného rozvoje. Prakticky všechny přírodovědné předměty se z různých úhlů pohledu environmentální problematiky dotýkají. Obdobně jako RVP ZV otevírá Pilotní verze RVP G větší prostor pro integraci přírodovědné výuky a větší implementaci environmentálních témat. [37] Na úrovni gymnaziálního vzdělávání se rovněž počítá se vzdělávací oblastí Člověk a příroda. Má-li být přírodovědné vzdělávání v gymnáziu kvalitní a pro žáky prakticky využitelné, je zapotřebí, aby je orientovalo v první řadě k hledání zákonitých souvislostí mezi poznanými aspekty přírodních objektů či procesů, a nikoli jen k jejich pouhému zjištění, popisu nebo klasifikaci. Hledání, objevování, poznání a využívání přírodních zákonitostí se má tudíž ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda v gymnáziu projevovat v mnohem větší míře, než tomu bylo ve stejnojmenné oblasti na základní škole. Některé zahraniční prameny hovoří v této souvislosti o školním výzkumu, autentickém výzkumu apod. [38], [39] Obsah

a metodologie přírodovědného poznávání velmi zřetelně odráží systémový charakter přírody a víceúrovňovost její organizace. Přírodní objekty jsou totiž vesměs systémy nebo tyto systémy vytvářejí. Zkoumání přírody tak nezbytně vyžaduje komplexní, tj. multidisciplinární a interdisciplinární přístup a tím i úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů a odstraňování jakýchkoli zbytečných bariér mezi nimi.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda má proto také umožnit žákům poznávat, že bariéry mezi jednotlivými úrovněmi organizace přírody reálně neexistují, jsou často jen v našem myšlení a v našich izolovaných přístupech. Svým obsahovým, strukturním i metodickým pojetím má vytvářet prostředí koordinované spolupráce všech gymnaziálních přírodovědných vzdělávacích oborů.

Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které používají ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně empirické prostředky (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Tyto složky by se měly zákonitě objevovat i ve výuce přírodovědných disciplín. [40] Při integraci výuky těchto disciplín je však třeba eliminovat nebezpečí redukce pouze na empirické prostředky. S tím souvisí i „popisné“ pojetí přírodovědných fenoménů, na které může být integrovaná výuka redukována. Chybí pak zevšeobecnění získaných poznatků a jejich zařazení do uceleného systému poznání žáka, ale i poznání celé společnosti.

5. INTEGROVANÁ VÝUKA PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ V ČESKÉ REPUBLICE

Hejnová ve svém článku [16] precizně a přesto stručně mapuje historii integrované výuky v našich zemích. Pro doplnění a vytvoření náhledu na celek proto uvádíme její část článku (v [16] strana 80 až 84), upraveno.

Období od počátku 20. století do současnosti, je z hlediska zavádění integrovaných učebních předmětů nejpřínosnější, a to zejména s ohledem na významné inovační snahy v českých zemích, spadající právě do tohoto období, a také s ohledem na jisté paralely s hledáním současného paradigmatu přírodovědného vzdělávání. Zároveň budeme sledovat, jak na pozadí postupně se měnících vzdělávacích paradigmat procházelo přírodovědné vzdělávání během svého historického vývoje obdobími

rozvoje i obdobími útlumu. Na přelomu 19. a 20. století a na počátku 20. století bylo naše školství ovlivňováno zejména německým a rakouským školstvím, což bylo dáno zejména historickým vývojem ve středoevropské oblasti. Toto období lze považovat také za počátek moderního přírodovědného vzdělávání, kdy se začínají formulovat „základy přírodovědného kurikula, základy metod vědeckého zkoumání přírody a jsou formulovány celospolečenské cíle přírodovědného vzdělávání [9]. Funkci druhého stupně základní školy tehdy plnily měšťanské školy, které významně ovlivnily „Vzorné učební osnovy pro české chlapecké a i dívčí školy měšťanské, vydané v Praze v roce 1910 [15]. Podle nich se mají ve výuce zohledňovat potřeby praktického života a také místní poměry. Každá škola si musela vypracovat zvláštní podrobné osnovy, ve kterých bylo učivo jednotlivých učebních předmětů rozpracováno a zároveň přizpůsobeno místním poměrům školy (můžeme v tom spatřovat zajímavou paralelu k současné situaci v našem školství, kdy každá škola zpracovává svůj školní vzdělávací program). Z pohledu integračních snah je významná skutečnost, že bylo do jisté míry využíváno spojování obsahů jednotlivých učebních předmětů (např. přírodopis jako učební předmět spojoval fyziku a chemii). V té době započaly v oblasti přírodovědných a společenských oborů výzkumy zabývající se problematikou tzv. sceleného (sjednoceného) vyučování [15]. Důraz byl kladen zejména na problematiku strukturace, způsoby koncipování učiva a možnosti jeho sjednocování. Důležitou otázkou se proto stal výběr kognitivních oblastí z hlediska „psychologických nebo logických zřetelů, které se měly stát základem integrace. Kromě toho bylo také nutné hledat vhodné tzv. obsahové středy, nazývané také nosné tematiky nebo jádra, které by umožňovaly různorodý obsah učiva spojovat v logický celek. Tato problematika byla v první třetině 20. století řešena zejména tzv. experimentální pedagogikou, která se utvářela v kontextu pragmaticky orientovaného paradigmatu [9]. V přírodovědném vzdělávání se začíná klást velký důraz na metody vědecké práce (pozorování, experimentování, formulaci a ověřování hypotéz, formulaci závěrů atd.), do škol se zavádí projektová výuka, prosazují se principy činné školy, která klade důraz na aktivitu, tvořivost a názornost. Zároveň se objevují výrazné integrační snahy na základě hledání přirozených souvislostí mezi učebními předměty. Problémem však zůstává nalezení takové didaktické koncepce, která by byla pro spojování jednotlivých učebních předmětů vhodná [15]. V roce 1933 byly vydány „Definitivní učební osnovy pro obecné školy, které umožnily zavádění idejí činné školy do běžné školní praxe. Podle těchto osnov

měly být stanoveny tzv. koncentrační osy a středy školní práce, jež měly sloužit jako prostředek, jak se vyhnout nelogičnosti nebo nepřirozenosti při koncipování a strukturování učiva v nových samostatných předmětech. Na vyšším stupni školy (6. až 8. roč.) byly koncentračními středy tzv. reálie (dějepis, zeměpis, přírodopis a přírodopis, občanská nauka a výchova) [15]. Integrovaný učební předmět „přírodopis, který zahrnoval fyziku a chemii, byl koncipován na základě vnější integrace fyziky a chemie. Objevily se i snahy o koncentraci učiva přírodopisu a přírodopisu. Výzkumy provedené v tomto období představují první významné pokusy zavádění integrovaných učebních předmětů, které ukázaly na možné způsoby a přístupy k integraci a také identifikovaly problémy s tím spojené. K těmto úskalím patřilo především stanovení nejvhodnějšího způsobu uspořádání učiva, který by omezil preferování některých úhlů pohledu určitého oboru na daný problém na úkor ostatních. Kritizována byla také velká různorodost učiva, která může zabránit vytváření dostatečně přesných představ o jednotlivých oborech. V období 2. světové války se i nadále vyučovalo podle osnov z roku 1933. Jejich obsah byl, zejména co se týče přírodovědných předmětů, značně redukován a také zatížen fašistickou ideologií [15]. Od konce 2. světové války až do poloviny 70. let 20. století bylo pro přírodovědné vzdělávání určující tzv. polytechnické paradigma. [9] Školský zákon z roku 1948, vydaný pod názvem „Učební plány a učební osnovy pro školy národní a střední“, umožnil na 2. stupni základních škol zavedení samostatných učebních předmětů, v nichž byl kladen důraz zejména na předávání systematicky utříděných poznatků jednotlivých oborů. Rozvoj přírodních věd a ohromný technický i technologický pokrok v tomto období znamenal výrazným způsobem i přírodovědné vzdělávání, které vycházelo z experimentálních poznatků jednotlivých vědních disciplín a kladlo důraz zejména na kognitivní oblast. Upřednostňován byl především přenos co největšího množství vědeckých poznatků do školské praxe, přičemž způsobem, jakými si žáci budou tyto poznatky osvojovat, byla věnována jen malá pozornost. V učebních osnovách bylo preferováno cyklické (spirálové) uspořádání učiva, které však velmi často vedlo ke zdvojení učiva, jež se probíralo v různých předmětech. Učební osnovy zejména v 50. letech 20. století kopírovaly systém sovětského školství (pětiletá národní škola a na ni navazující všeobecně vzdělávací škola zakončená maturitou), což znamenalo úplný odklon od integrované výuky. A to dokonce i na 1. stupni základních škol, kde mělo zařazení prvouky a vlastivědy již svou dlouholetou tradici [15]. V 60. letech 20. století se

osnovy vrátily k našemu tradičnímu členění učebního plánu (na pětiletý první stupeň a čtyřletý druhý stupeň), z hlediska integrované výuky však nedošlo k žádným podstatnějším změnám. Postupně (zejména pak po roce 1976, kdy byl přijat dokument „Další rozvoj československé výchovně vzdělávací soustavy“ se začíná řešit problém nepropojenosti jednotlivých poznatků z různých předmětů a aktuální se stává problematika mezipředmětových vazeb. Ačkoliv se objevují požadavky na vypracování systému integrujících prvků učiva všech příbuzných předmětů mezi dvojicemi předmětů i mezi všemi příbuznými předměty a s tím související požadavek vypracování koordinovaných učebních osnov jednotlivých předmětů a zpracování vhodných učebnic [19], hledání obsahových vztahů a souvislostí mezi tématy jednotlivých předmětů bylo ponecháno víceméně na samotných učitelích. Ti však jen velmi těžko mohli tento problém sami uspokojivě řešit, neboť zpravidla neznali obsah jiných předmětů. Pro toto období od konce 70. let do konce 80. let 20. století je určující tzv. scientistické paradigma, které ve výuce přírodovědných předmětů klade důraz na vysokou míru abstrakce, zevšeobecnění, matematizace a atomizace [9]. Tento přístup pravděpodobně negativně poznamenal zájem žáků o přírodovědné vzdělávání a svou jednostrannou orientací na kognitivní cíle zřejmě přispěl i k malé oblíbenosti přírodovědných předmětů (zejména fyziky a chemie). Tento stav bohužel přetrvává u mnoha žáků i v současné době, což dokládají četné výzkumy provedené na našich školách v nedávné době [41]. Od konce 80. let začínají vystupovat do popředí otázky trvale udržitelného rozvoje a problematika zodpovědného přístupu k využívání přírodních zdrojů [9]. Scientistické paradigma je postupně zatlačováno do pozadí a v souvislosti s měnícím se klimatem ve společnosti (rozvoj informačních technologií, globalizace, omezenost přírodních zdrojů atd.) dochází k hledání nového paradigmatu. V našich zemích se tato problematika stává aktuální zejména po roce 1989, kdy dochází k otevření našeho školství zahraničním trendům a kdy je dána odborné i laické veřejnosti možnost konfrontovat český systém vzdělávání se systémy zahraničními a tím lépe identifikovat kladné i záporné stránky českého školství. V roce 1991 byl vydán upravený „Učební plán a osnovy pro základní školy“, který přinesl významné uvolnění závaznosti učebních osnov. Učitelé tak mohli provádět úpravu učebních osnov a plánů, např. s ohledem na širší uplatňování vazeb a vztahů v učivu. V dalším historickém vývoji má z hlediska integračních snah význam zejména učební program „Národní škola“, který byl schválen v roce 1997. Ten umožnil využívat jak tradičního systému učebních předmětů, tak

i modifikovaného systému, který zavádí integrovanou výuku ve vybraných kognitivních a psychomotorických oblastech [15]. Integrovaná výuka mohla být realizována prostřednictvím integrovaných učebních předmětů. Ty vytvářely v učebním plánu tzv. bloky (např. blok „Poznávání přírody“ integroval učivo přírodopisu, chemie a fyziky, blok „Technik“ a integroval učivo z techniky, fyziky a chemie). Co se týče stupně integrace, bylo využíváno zejména konsolidování učiva (vnější integrace). U některých témat (např. „Vzduch“, „Voda v přírodě“, „Technika a lidstvo“ apod.) bylo využíváno i koncentrování učiva (vnitřní integrace).

Z výše uvedené stručné analýzy historického vývoje přírodovědného vzdělávání z hlediska využívání integrované výuky je patrné, že její zavádění na 2. stupni základních škol nemá u nás dlouhodobější tradici. Ukazuje se, že se v průběhu vývoje objevovala spíše jen dílčí řešení této problematiky, která preferovala zejména vnější integraci s využíváním konsolidování učiva. Pouze v 30. letech 20. století (v období První republiky) byla u nás výraznějším způsobem otevřena a zkoumána problematika sjednocování učiva. Poté nebyla po několik desetiletí integrované výuce věnována téměř žádná pozornost. Až v 90. letech 20. století se znovu objevují požadavky na různé formy zavádění integrované výuky.

Významný počín z hlediska zavádění integrované výuky představoval „Národní program rozvoje vzdělávání v České republice“ (2001), ve kterém je formulován požadavek zavádění integrované výuky v našem základním školství a jsou v něm formulována hlavní doporučení umožňující jeho realizaci, např. tvorba integrovaných učebních textů, nové formy vzdělávání učitelů apod. Tato orientace na integrovanou formu výuky se opírá jednak o angloamerickou pedagogickou tradici, ale má i významné zázemí v některých asijských zemích s tradičně nejlepšími výsledky v mezinárodních výzkumech přírodovědné gramotnosti (např. Korejská republika, Japonsko) [42]. Definice současného paradigmatu přírodovědného vzdělávání je dosud ve fázi hledání, a to zejména s ohledem na probíhající změny v českém vzdělávacím systému a také s ohledem na hledání nových cílů a koncepcí přírodovědného vzdělávání, což je záležitost celosvětová [43]. [9] označují toto soudobé paradigma jako multidisciplinární, což vychází zejména ze současné multidisciplinarity (nejen) přírodních věd. S hledáním nového paradigmatu je neoddelitelně spojena i problematika hledání klíčových pojmů a stěžejních témat, která by umožňovala propojování, resp. integraci různých vzdělávacích obsahů do

komplexnějších celků, jež mají interdisciplinární charakter [12]. Zároveň s tím roste důraz na rozvoj dovedností používat metody vědeckého zkoumání [44], [45]. Integrační trendy v přírodovědném vzdělávání a s tím spojené snahy o multidisciplinární přístup se stále více uplatňují i na úrovni povinného všeobecného základního vzdělávání v českých školách, a to jak na primárním stupni vzdělávání (ISCED1), tak i na nižším stupni sekundárního vzdělávání (ISCED2). Tyto tendence podporují i nově koncipované rámcové vzdělávací programy. Multidisciplinaritu a integraci podporuje na úrovni ISCED2 zejména zavádění průřezových témat z RVP ZV do osnov vyučovacího předmětu, resp. vzdělávací oblasti. Zvláště environmentální výchova představuje oblast s největším průnikem učiva jednotlivých přírodovědných předmětů zahrnutých do vzdělávací oblasti Člověk a příroda. RVP ZV tak může pro některé školy a jejich učitele představovat výzvu pro zavádění principů integrované výuky do školní praxe. Jednak mohou být vytvářeny vyučovací předměty prostřednictvím integrace vzdělávacích obsahů více vzdělávacích oborů, jednak RVP ZV též umožňuje integraci vzdělávacího obsahu na úrovni jednotlivých témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů. Přírodovědné předměty navíc k integraci přímo vybízejí, neboť jsou si velmi blízké v metodách a prostředcích, které používají ke zkoumání přírody (pozorování, měření a experimenty, pojmy, hypotézy, modely a teorie apod.). Důvodem k častější frekvenci využívání integrace může být i větší vzdělávací efektivita takto pojaté výuky. Ta je dána vyšší mírou propojenosti poznatků, které umožňují celistvější pohled na svět, a také zvýšením praktického zaměření výuky. Integrace učebních předmětů může tedy přinášet nejen efektivnější využití času ve výuce, ale i častější využívání netradičních forem a metod výuky zaměřených na aktivní činnost žáků. Kromě ekonomických hledisek se tedy uplatňují i hlediska větší efektivity vzdělávání a zvýšení motivace žáků. Na druhé straně je třeba uvážit i negativa, která jsou s integrací spojena. Jedná se zejména o zachování poměru kvantity a kvality předávaných poznatků a informací v obsahu jednotlivých předmětů a o zachování přirozené celistvosti a propojenosti různých pohledů na studovanou skutečnost u jednotlivých témat. Výběr témat musí být řádně promyšlen a analyzován, aby nedocházelo k určité povrchnosti ve vybraných vědomostech a dovednostech žáků, na které bude navazovat jejich další studium [15].

6. INTEGROVANÁ VÝUKA PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ V EVROPĚ

Škoda ve své monografii [13] uvádí vyčerpávající přehled integrované výuky přírodovědných předmětů ve vybraných evropských zemích. Pro celkové doplnění charakteru a koncepce práce, uvádíme kapitolu z této monografie (v [13] strana 170 až 178), upraveno.

Údaje o kurikulu sekundárního vzdělávání (na které jsme se zaměřili) jednotlivých evropských zemí přináší The Information Database on Education Systems in Europe (EURYDICE). [46] Údaje o kurikulu v jednotlivých zemích pocházejí z období let 1998–2004. Bohužel údaje poskytnuté do databáze z jednotlivých zemí nemají jednotnou strukturu a není vždy možné získat potřebné informace, které by bylo možné vzájemně komparovat. Následující přehled zaměřený na výuku přírodovědných předmětů a její integraci v jednotlivých vybraných evropských zemích lze tedy považovat spíše za ilustrativní než komparativní. Publikovány jsou údaje, které je možné v databázi EURYDICE získat a odpovídají převážně našemu 2. stupni základní školy. Data jsou uvedena v Tab. 3 - 21, doplněná o další informace v poznámkách pod tabulkami.

Tab. 3. Výuka přírodních věd v Dánsku

DÁNSKO						
Předměty:	Jazyková větev			Matematická větev		
	1. roč.	2. roč.	3. roč.	1. roč.	2. roč.	3. roč.
matematika	-	135	127	132	135	127
fyzika	-	-	127	79	108	127
chemie	-	-	127	79	135	127
biologie	79	-	127	79	135	127
zeměpis	-	81	-	-	81	-
přírodověda (science)	79	108	-	-	-	-

Pozn.: Uváděny jsou počty lekcí (1 lekce = 45 minut) za 1 rok. Podbarvené údaje označují počty hodin předmětů, které mají povinně volitelný charakter a z nichž studenti vybírají při sestavování modulů, které musí absolvovat. Integrovaná výuka probíhá pouze v jazykové větvi.

Tab. 4. Výuka přírodních věd v Estonsku

ESTONSKO			
Předměty:	1. ročník	2. ročník	3. ročník
matematika	9 kurzů po 35 hodinách, tj. 315 hodin za 3 roky		
zeměpis	3 kurzy po 35 hodinách, tj. 105 hodin za 3 roky		
biologie	4 kurzy po 35 hodinách, tj. 140 hodin za 3 roky		
chemie	4 kurzy po 35 hodinách, tj. 140 hodin za 3 roky		
fyzika	6 kurzů po 35 hodinách, tj. 210 hodin za 3 roky		

Pozn.: V tabulce je uvedena pouze povinná výuka přírodovědných předmětů, která však tvoří pouze 75% studijního plánu. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů neprobíhá.

Tab. 5. Výuka přírodních věd ve Finsku

FINSKO					
Předměty:	Nižší úroveň			Vyšší úroveň - kurzy	
	7.roč.	8.roč.	9.roč.	povinné	specializační
matematika	9			6 – 10	2 – 3
biologie a zeměpis	7			-	-
fyzika a chemie	6			-	-
biologie	-	-	-	2	2
zeměpis	-	-	-	2	2
fyzika	-	-	-	1	7
chemie	-	-	-	1	3

Pozn.: Pro základní vzdělávání jsou uvedeny týdenní počty hodin. Pro úroveň vyššího sekundárního vzdělávání je uveden počet povinných a specializačních kurzů, které musejí studenti absolvovat, přičemž jeden kurz obnáší obvykle 38 lekcí v délce trvání 45 minut. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů probíhá na nižším sekundárním stupni.

Tab. 6. Výuka přírodních věd ve Francii

FRANCIE				
Předměty	Přípravný cyklus	Hlavní cyklus		Profiláční cyklus
	6. ročník	5. ročník	4. ročník	3. ročník
matematika	4	3,5 – 4,5	3,5 – 4,5	4
historie, zeměpis a občanská výchova	3	3 – 4	3 – 4	3 – 3,5
biologie a vědy o Zemi	1,5	1,5 – 2	1,5 – 2	1,5
technologie	1,5	1,5 – 2	1,5 – 2	2
fyzika a chemie	-	1,5 – 2	1,5 – 2	1,5 – 2

Pozn.: V tabulce je uvedena týdenní hodinová dotace. Integrovaným způsobem probíhá výuka fyziky a chemie, biologie a věd o Zemi, historie, zeměpisu a občanské výchovy. Termínem „zeměpis“ se rozumí spíše sociogeografická a regionálně geografická orientace. Termínem „vědy o Zemi“ spíše fyzickogeografická a geologická orientace.

Tab. 7. Výuka přírodních věd v Irsku

IRSKO					
Předměty:	Junior cyklus			Senior cyklus	
	1.	2.	3.	1.	2.
přírodověda (science)	počet hodin nepředepisován			-	-
Přírodovědná skupina					
matematika	-	-	-	nespecifikováno	
fyzika	-	-	-		
chemie	-	-	-		
fyzika a chemie	-	-	-		
biologie	-	-	-		
aplikovaná matematika	-	-	-		
Aplikované vědy					
fyzika a chemie	-	-	-	nespecifikováno	
zemědělství	-	-	-		
Společenskovědní skupina					
zeměpis	-	-	-	nespecifikováno	

Pozn.: Konkrétní počet hodin určený pro výuku jednotlivých předmětů určuje každá škola ve svém kurikulu. V senior cyklu si student volí minimálně 3 předměty ze skupiny, která nejvíce odpovídá jeho schopnostem a minimálně 2 předměty ze skupiny, která je mu určena školou. (Skupin je celkem 5.) V přehledu jsou uvedeny pouze skupiny, v nichž jsou nabízeny předměty, které chápeme jako přírodovědné a z jednotlivých skupin jsou uvedeny pouze předměty, které chápeme jako přírodovědné. (Např. zeměpis je ale v irském kurikulu řazen jako společenskovední disciplína.) Integrovaná výuka přírodovědných předmětů probíhá v junior cyklu a částečně i v senior cyklu, kde je nabízena možnost výuky integrovaného předmětu fyzika a chemie.

Tab. 8. Výuka přírodních věd v Itálii

ITÁLIE			
Předměty:	1. ročník	2. ročník	3. ročník
matematika a přírodní vědy	6	6	6
historie a zeměpis	4	4	5
technické vzdělávání	3	3	3

Pozn.: Uveden je týdenní počet hodin pro jednotlivé bloky předmětů. Do přehledu je zařazeno i technické vzdělávání, neboť obsahuje např. prvky aplikované matematiky. Výuka přírodovědných disciplín probíhá integrovaně, je však možné vyučovat odděleně jako samostatné předměty matematiku, přírodní vědy a zeměpis. Konkrétní časová dotace pro samostatné předměty stanovována není.

Tab. 9. Výuka přírodních věd na Kypru

KYPR			
Předměty:	gradus A	gradus B	gradus C
matematika	4	3	4
zeměpis	1	1	1
fyzika	-	2	2
chemie	-	1	1
botanika a zoologie	2	-	-
antropologie	-	1	-
biologie	-	-	1

Pozn.: Uváděn je počet period (45 minutových jednotek) za týden. Přírodovědné předměty jsou vyučovány izolovaně, dokonce botanika a zoologie jsou spolu s antropologií považovány za samostatné předměty, i když s biologií tvoří komplementární kurikulum.

Tab. 10. Výuka přírodních věd v Lichtenštejnsku

LICHTENŠTEJNSKO				
Předměty:	1. roč.	2. roč.	3. roč.	4. roč.
Povinné předměty				
matematika	3	5	5	5
přírodní vědy	3	3	3	3
historie, politické vědy, zeměpis	3	4	3	4
Povinně volitelné a volitelné předměty				
matematika	1	2	2	2
přírodní vědy	-	-	-	2

Pozn.: Výuka přírodních věd probíhá integrovaně. Zeměpis je zařazen mezi společenskovední disciplíny. Na úrovni středních škol (Realschule) se vyučuje jako samostatný předmět biologie. Fyzika a chemie zůstávají jako integrovaný předmět. V gymnáziích (Obergymnasium) jsou vyučovány biologie, ekologie, fyzika a chemie jako samostatné předměty.

Tab. 11. Výuka přírodních věd v Litvě

LITVA		
Předměty:	11. roč.	12. roč.
matematika	5	5
přírodní vědy (biologie, fyzika a astronomie, chemie)	4	4

Pozn.: Prezentované údaje odpovídají úrovni našeho gymnázia. Relevantní údaje z úrovně našeho 2. stupně ZŠ nejsou v databázi Eurydice k dispozici. Žáci v matematické a přírodovědné specializaci studují biologii, chemii a fyziku jako samostatné předměty. Žáci v ostatních specializacích si vybírají jeden přírodovědný předmět, nebo mohou studovat přírodní vědy jako integrovaný předmět.

Tab. 12. Výuka přírodních věd na Maltě

MALTA				
Předměty:	Oblastní škola		Junior lyceum	
	1.-2. roč.	3.-5. roč.	1.-2. roč.	3.-5. roč.
matematika	5	5	5	5
integrováná přírodověda (fyzika, chemie, biologie)	4	4	4	4
zeměpis	1	1	2	1

Pozn.: Na úrovni odpovídající našemu vyššímu stupni víceletých gymnázií jsou už nabízeny jednotlivé přírodovědné předměty zvlášť: matematika, aplikovaná matematika, fyzika, chemie, biologie a ekologie. Zeměpis je zařazen ve skupině společenských věd. Z jednotlivých skupin (jsou celkem 4) studenti vybírají povinné a povinně volitelné předměty a sestavují si vlastní studijní plán.

Tab. 13. Výuka přírodních věd v Nizozemí

NIZOZEMÍ			
Předměty:	1. ročník	2. ročník	3. ročník
zeměpis	140		
matematika	400		
fyzika a chemie	200		
biologie	120		
technologie	180		

Pozn.: Uváděny jsou počty padesátiminutových period, které musí žáci z daného předmětu absolvovat během tří let. Fyzika a chemie je vyučována jako integrovaný předmět.

Tab. 14. Výuka přírodních věd v Polsku

POLSKO			
Předměty:	1. ročník	2. ročník	3. ročník
matematika	12		
fyzika a astronomie	4		
chemie	4		
biologie	4		
zeměpis	4		
technologie	2		

Pozn.: V přehledu je uveden počet týdenních hodin v průběhu třech let gymnázia, které odpovídá úrovni našeho 2. stupně ZŠ. Přírodovědné předměty jsou vyučovány jednotlivě.

Tab. 15. Výuka přírodních věd v Portugalsku

PORTUGALSKO				
Předměty:	2. cyklus		3. cyklus	
	5. roč.	6. roč.	7. roč.	8. roč.
matematika a přírodní vědy	7.		-	-
společenské vědy, dějepis, zeměpis	-	-	7	
matematika	-	-	6	
přírodní vědy, fyzika, chemie	-	-	6,5	

Pozn.: V tabulce je uveden počet tzv. „učebních period“ vždy za 2 roky příslušného cyklu. Učební periodou se rozumí 90 minutová vyučovací jednotka. Výuka přírodovědných předmětů probíhá výhradně integrovaně, zeměpis je integrován do výuky společenskovedních disciplín.

Tab. 16. Výuka přírodních věd v Rakousku

RAKOUSKO				
Předměty	5. roč.	6. roč.	7. roč.	8. roč.
zeměpis a ekonomie	7 – 12			
matematika	14 – 20			
biologie a životní prostředí	7 – 12			
fyzika	1,5 – 4			
chemie	5 – 10			

Pozn.: Prezentován je počet hodin týdně za 4 roky. Uvedeno je pouze rámcové kurikulum na úrovni Hauptschule (odpovídá našemu 2. stupni ZŠ). Konkrétní studijní plán je v kompetenci jednotlivých škol, které jsou vázány maximem 120 hodin týdně v průběhu 4 let. Přírodovědné předměty jsou vyučovány jednotlivě s výjimkou zeměpisu, který je netradičně integrován s ekonomickými vědami.

Tab. 17. Výuka přírodních věd v Rumunsku

RUMUNSKO				
Předměty	5. roč.	6. roč.	7. roč.	8. roč.
matematika	4	4	4	4
fyzika	-	2	2	2
chemie	-	-	2	2
biologie	1–2	2	2	1–2
zeměpis	1–2	1–2	1–2	2
technická výchova	1–2	1–2	1–2	1–2

Pozn.: Výuka přírodovědných předmětů probíhá jednotlivě v kurikulu, které je velmi blízké našemu vzdělávacímu programu Základní škola. V přehledu je zařazen i zeměpis, který rumunské kurikulum řadí k humanitním disciplínám a technická výchova.

Tab. 18. Výuka přírodních věd na Slovensku

SLOVENSKO					
Předměty:	5. roč.	6. roč.	7. roč.	8. roč.	9. roč.
zeměpis	2	2	2	2	1
matematika	5	5	5	4	4
fyzika	-	2	2	2	1
chemie	-	-	-	2	3
přírodopis	2	2	2	2	1

Pozn.: Uvedena je týdenní hodinová dotace v jednotlivých ročnících. Přírodovědné předměty jsou v kurikulu nasazeny obdobně jako v ČR a jsou vyučovány jednotlivě.

Tab. 19. Výuka přírodních věd ve Slovinsku

SLOVINSKO					
Předměty:	4. roč.	5. roč.	6. roč.	7. roč.	8. roč.
zeměpis	-	-	70	66	48
přírodověda (science)	70	70	-	-	-
biologie	-	-	70	66	48
chemie	-	-	-	66	64
fyzika	-	-	-	66	64
matematika	175	140	140	132	128
přírodovědné dny	16	12	16	12	16

Pozn.: V přehledu je uváděn počet period (1 perioda = 45 minut) za rok. U přírodovědných dnů není uváděn jejich počet, ale jejich délka trvání v periodách za rok. Přírodovědné předměty jsou na nižší úrovni integrovány (podobně jako náš předmět přírodověda), na vyšší úrovni jsou vyučovány samostatně.

Tab. 20. Výuka přírodních věd v Řecku

ŘECKO			
Předměty:	1. gradus	2. gradus	3. gradus
Hlavní povinné předměty (pro všechny specializace)			
matematika	4–5	4	-
matematika a statistika	-	-	2
fyzika-chemie	4–5	-	-
fyzika-chemie-biologie	-	4	-
fyzika-biologie	-	-	2
Povinné předměty přírodovědné specializace			
matematika	-	3	5
fyzika	-	2	3
chemie	-	2	2
biologie	-	-	2
Povinné předměty technické specializace			
matematika	-	3	5
fyzika	-	2	3
chemie a biochemie	-	-	2
Volitelné předměty			
environmentální vědy	-	2	-
astronomie a vesmír	-	2	-
biologie	-	2	-
chemie	-	2	-
management přírodních zdrojů	-	2	-
statistika	-	-	2
agronomie	-	-	2

Pozn.: Přehled ukazuje týdenní hodinové dotace přírodovědných předmětů v jednotlivých stupních (gradus). V prvním gradu musí žák týdně absolvovat celkem 30 hodin hlavních povinných předmětů a jeden dvouhodinový volitelný předmět (pro 1. gradus není v nabídce žádný volitelný předmět s přírodovědným zaměřením). Ve druhém gradu musí žák týdně absolvovat 24 hodin hlavních povinných předmětů, 7 hodin specializačních předmětů a 2 hodiny volitelného předmětu. Ve třetím gradu musí žák týdně absolvovat 16 hodin hlavních povinných předmětů, 12 hodin specializačních předmětů a 2 hodiny volitelných předmětů. Jako hlavní povinné předměty jsou přírodovědné obory integrovány, jako specializační a volitelné předměty jsou vyučovány samostatně.

Tab. 21. Výuka přírodních a společenských věd ve Španělsku

ŠPANĚLSKO (vybrané provincie)												
Předměty:	Andalusie				Galicie				Baskicko			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
matematika	3	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3
společenské vědy, dějepis, zeměpis	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2,5	3
přírodní vědy	3	3	4	-	3	2	-	-	2	3	4	2,5
fyzika a chemie	-	-	-	3	-	-	2	3	-	-	-	-
biologie, geologie	-	-	-	3	-	-	2	3	-	-	-	-
technologie	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2,5	2,5

Pozn.: Zobrazeny jsou týdenní počty hodin v jednotlivých předmětech u vybraných provincií. Výuka přírodovědných předmětů probíhá v integrované podobě. Ve čtvrtém ročníku si žák volí 2 předměty z nabídky 5 předmětů (fyzika a chemie, biologie a geologie, technologie, výtvarná výchova, hudební výchova). Zeměpis je zařazen do systému společenskovědních disciplín.

Přehled kurikula přírodovědných předmětů nemohl být prezentován u všech evropských zemí, protože např. v Německu je kurikulum jiné v každé spolkové zemi, obdobná situace panuje i v dalších zemích s výrazně autonomními územně správními celky (Velké Británii, Belgie) a v databázi Eurydice jsou v takových případech uváděny pouze obecné rámce vzdělávací politiky státu.

Z uvedeného přehledu kurikula přírodovědných předmětů ve vybraných evropských zemích vyplývají následující skutečnosti:

- Na úrovni sekundárního vzdělávání odpovídajícímu našemu 2. stupni ZŠ probíhá výuka přírodovědných předmětů většinou v integrované formě.
- Tato integrace se obvykle netýká matematiky, která bývá vyučována jako samostatný předmět, případně integrovaná s příbuznými disciplínami jako statistika, aplikovaná matematika.
- Zeměpis, pokud je integrován, je řazen do soustavy humanitních a společenskovědních disciplín. U nás je zeměpis pojímán spíše jako hraniční disciplína mezi obory přírodovědnými a sociálními.
- Na úrovni odpovídající našemu čtyřletému gymnáziu jsou přírodovědné předměty vyučovány spíše jednotlivě, avšak často zůstává i na této úrovni integrována fyzika s chemií. Integrace těchto dvou předmětů se jeví jako přirozená.

- Celkové hodinové dotace pro přírodovědné předměty jsou relativně nízké, zejména v porovnání s hodinovou dotací pro výuku jazyků. Z tohoto úhlu pohledu se integrace přírodovědných předmětů jeví jako kontraproduktivní, neboť hodinová dotace integrovaného předmětu bývá nižší než součet hodinových dotací jednotlivých samostatných přírodovědných předmětů.

III. POUŽITÉ MATERIÁLY A METODY

V rámci diplomové práce bylo třeba provést rešerši literárních zdrojů k tématu práce. Výběr vhodných periodik a další podrobnosti k rešerši uvádím v první kapitole Rešeršní činnost. V druhé kapitole se věnuji podrobněji dotazníkovému šetření, které bylo provedeno k získání parametrů sloužících k zahájení konference pro učitele chemie. Metody řízené diskuze bylo použito při expertním posouzení vytvořených materiálů vybraným vzorkem učitelů.

1. REŠERŠNÍ ČINNOST

Rešeršní činnost byla zaměřena na články s mezioborovými tématy a články s tématy vhodnými jako mezioborová. Dále na studie zabývající se teorií a metodologií v rámci didaktiky fyziky a didaktiky chemie a obecněji k oborovým didaktikám. Rešerše byla prováděna v relevantních českých časopisech v posledních přibližně dvaceti letech.

Za relevantní časopisy považujeme (prvních pět významných českých časopisů uvádí i Mareš a Honsnejmanová [47, 48]):

- Pedagogika
- Pedagogická orientace
- Orbis Scholae
- Studia Pedagogica
- E-pedagogium
- Scientia in educatione (SCIED)
- Chemické listy
- Chemie–Biologie–Zeměpis
- Matematika–fyzika–informatika

Pro širší rešerši byly využity i zdroje Pedagogické knihovny J. A. Komenského v Praze.

Rešerše byla provedena ve všech uvedených časopisech počínaje prvním číslem roku 1990 (případně od prvního čísla, kdy začal časopis existovat) a konče posledním číslem roku 2013. V rámci časopisu pak chronologicky.

Při studiu získaných pramenů byly z odkazů na literaturu vybrány ještě další prameny, které již nejsou v uvedených periodikách. Jedná se především o elektronické práce, akademické práce či monografie. Jelikož i tyto prameny považujeme za relevantní, zahrnujeme je do kategorie ostatní.

Klíčová slova pro výběr pramenů byla: mezioborová, mezipředmětová, integrace, přírodověda, didaktika fyziky, didaktika chemie.

V rámci rešeršní činnosti bylo získáno 24 pramenů v relevantních časopisech, které jsme si stanovili. 37 pramenů v kategorii ostatní, celkem tedy 61 pramenů. Soupis pramenů rozdělených po jednotlivých periodikách uvádíme v Příloze B – Seznam článků z domácích časopisů vztahujících se k tématu diplomové práce.

2. DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Metoda dotazníkové šetření byla zvolena z důvodu velikosti dotazovaného vzorku a vzhledem k rychlé možnosti zpracování. Jsme si však vědomi, že nelze získat detailnější náhled na strukturu problému. Pro naše účely však metoda dotazníkového šetření plně postačuje.

3. ŘÍZENÁ DISKUZE

K posouzení připravených materiálů jsme využili formu řízené diskuze s vybranými učiteli z důvodu, abychom dokázali na evaluaci materiálů nahlédnout z různých úhlů pohledu. Diskuzi jsme vedli o klíčových otázkách (časová dotace, vhodná úroveň, srozumitelnost pro učitele, srozumitelnost pro žáky, atraktivnost, využitelnost ve výuce atd.), případně rozvíjeli diskuzi nad materiály tam, kde bylo třeba. Takto získané informace sloužili k další korekci připravených materiálů.

3. POUŽITÉ PROGRAMY

Při vypracování diplomové práce byly použity následující programy:

- *MS Office 2010 – Word, PowerPoint, Excel*

- *Google Chrome*
- *MS Windows – Malování*
- *Zoner Photo Studio 13*
- *Adobe Acrobat 8 Professional*

IV. PRAKTICKÁ ČÁST

Praktická část diplomové práce předkládá 3 materiály na různá témata, které mohou posloužit jako prvky integrace. Jedná se o materiály určené pro středoškolské učitele a žáky, ale s mírnou obměnou je mohou použít i učitelé základních škol.

Materiál s tématem Vývoj vesmíru a vznik prvků je spíše teoretickým textem uvozujícím učitele do dané problematiky. Jedná se tedy o materiál sloužící samotným učitelům, případně nadaným studentům pro samostudium.

Materiál s tématem Luminiscence je teoretický text, který je však doplněn nápady na možné demonstrační pokusy a je možné zařadit i samostatnou aktivitu žáků (výrobu UV lampičky).

Materiál s tématem Struktura látek je určen pro praktickou aktivitu a samostatné bádání žáků.

1. VÝVOJ VESMÍRU A VZNIK PRVKŮ

Možné zařazení dle RVP.

Vzdělávací obor: Fyzika

Mikrosvět →

- využívá poznatky o kvantování energie záření a mikročástic k řešení fyzikálních problémů
- posoudí jadernou přeměnu z hlediska vstupních a výstupních částic i energetické bilance
- využívá zákon radioaktivní přeměny k předvídání chování radioaktivních látek

Vzdělávací obor: Chemie

Obecná chemie →

- využívá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování chemických dějů
- využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích

1.1. Metodický komentář

Když student otevře učebnici chemie tak se většinou na prvních stránkách setká s pojmy jako je proton, elektron, atom, molekula a podobně. V dobře zpracované obecné chemii se o nich dozví i něco málo a také o základních dějích, ať už chemických nebo fyzikálních, které mohou v přírodě nastat.

Chtěli bychom tento celkem elementární základ chemie obohatit o elementární základ fyziky a ještě o něco, a to, jak všechno vlastně vzniklo. Věda sice ani v dnešní době neposkytuje zcela jasnou informaci o tom, jak to tenkrát bylo, ale i to málo, co víme, poskytne studentovi ucelenější představu o světě.

Struktura následujícího textu:

- 1) Měření času
- 2) Velký třesk
- 3) Vesmír po velkém třesku
- 4) Vznik prvních hvězd
- 5) Hvězdy druhé generace
- 6) Vývojové třídy hvězd - Hertzsprung-Russell diagram
- 7) Vývoj atomů a molekul na Zemi

1.2. Studijní text pro učitele

1) MĚŘENÍ ČASU

Nejprve si řekneme v jakém časovém období, obecně vesmírném časovém období, se nacházíme. V dnešní době je vesmír více než 13 700 000 000 let starý. Pro běžného člověka, který se v průměru dožívá přibližně 76 let je to celkem nepředstavitelný časový úsek. Vždy jsem se snažil studentům přiblížit význam fyzikální jednotky na příkladu z běžného života. No posuďte sami, lépe si člověk představí rychlost 1,4 m/s, což odpovídá v reálu asi dvěma krokům za sekundu než rychlost uvedenou jako 5 km/h. Dlouho jsem přemýšlel jak si představit tak obrovský časový úsek. Až jednoho dne jsem se tak procházel knihkupectvím v oddělení daňových zákonů, kdy jsem narazil zcela náhodou na knihu s názvem Sedm geniálních kousků paní

Velkotřeskové [49]. Se zájmem jsem se do ní v rychlosti začel a řešení bylo na světě.

Není nic jednoduššího než si představit časovou osu jako vzdálenost 13 700 kilometrů, kde jeden metr odpovídá 1 tisíci letům a 1 mm odpovídá 1 roku. To je krásné, ale jak si představit 13 700 kilometrů. Jednoduše. To je vzdálenost například z Paříže, od Eifelovy věže do města Semarang na indonéském ostrově Jáva. [1] Osobně tedy doporučuji se prokousat asi 200 stranami pro zcela laickou veřejnost, které jsou plné hezkých ilustrací, motivačních příkladů a zábavných příběhu o paní Velkotřeskové. Zvědavý student však není žádná laická veřejnost, toho zajímají i vědecká fakta. V několika málo stránkách si tedy ukažme, jak to všechno bylo a pokusme se s tím seznámit i našeho zvědavého studenta.

2) VELKÝ TŘESK

Každý se během svého života asi setkal s termínem "Velký třesk", "The Big Bang" apod. Ne každý si však dovede představit, co tento název popisuje a vlastně ani nikdo přesně neví, co v té době na počátku vesmíru skutečně bylo. Teorie je asi taková, že na počátku vesmíru se veškerá hmota hvězd, galaxií a mezihvězdných objektů nacházela v jednom miniaturním bodě. Více a přesněji [50]. Dnes má vesmír tendenci se stále rozpínat. Když to vezmeme v úvahu, pak je logické, období, kdy se vesmír v tomto stavu nacházel, označit na časové ose bodem nula. To je stav, kdy hmota byla tak kompaktní, že existovala jen v podobě elementárních částic. Tento stav dokonce nemůžeme označovat za hmotný, jelikož díky vysokému tlaku a teplotě byly částice spíše ve stavu energie. Jsou procesy, které pozvolna tuto látku přetvářely. Hnací silou vývojových procesů v dějinách vesmíru byly základní interakce (silná, slabá, elektromagnetická a gravitační síla) právě mezi těmito elementárními částicemi.

V okamžiku velkého třesku se tedy veškerá hmota ve formě nesmírně husté energie objevila náraz, v kompaktní podobě a v jednom bodě. Pak se vesmír začal rozpínat velkou rychlostí a ve třech rozměrech. [49] Rozpínání znamená zmenšování průměrné hustoty s časem. Je to asi jako když si pečete popcorn. V počátku je zrníčko kukuřice tvrdé, nedá se ani rozkousnout. Nakonec se hmota rozprostře do většího prostoru a hustota rapidně poklesne. Okamžik exploze a počátku expanze představoval rovněž nejteplejší chvíli v celé existenci vesmíru. Vědci spočítali, že

v okamžiku velkého třesku teplota dosáhla až 10^{32} °C. Jak se vesmír prudce rozeplnul, a to ani ne za jednu mikrosekundu (tj. 0,001 s), poklesla jeho teplota a hmota se nacházela ve stavu kvarkově-gluonového plazmatu^a. Poté, v horizontu mikrosekundy se začaly kvarky spojovat do skupin po třech. Tuhle skupinu budeme v budoucnu označovat například jako proton nebo neutron, a budeme si ho zjednodušeně představovat jako objekt ve tvaru koule. Ta koule je systém, v němž se kvarky pohybují a vzájemně na sebe působí prostřednictvím gluonů. Kvarky jsou elementární částice a lze je od sebe rozlišit, nicméně v této trojici jsou pevně svázané. Tento útvar má i svůj obecný název, nukleon.

Když průměrná teplota vesmíru klesla na 3 000 K vznikla čtvrtá částice, elektron. Ten se nepřidal ke kvarkům v nukleonu, ale zůstal v pohybu na orbitě. A tak vznikl atom, který je 100 000 krát větší než jeho jádro. Zde si ještě všimněme teploty, při vyšších teplotách elektrony nejsou schopny existovat, natož se vázat k nukleonům do atomu. Všechny děje v počátečním stádiu vesmíru se týkají elementárních částic, jejich vzniku, přeměn, rozpadu a anihilace, což je jeho základním rysem. Zajímavé také je, že v poměrně krátké době se téměř všechny částice a jejich antičástice vytratí, buď anihilací - to jest přeměnou ve fotony gama, nebo rozpadem v nejlehčí baryony (Baryon je těžká elementární částice (proton, neutron, ...)) či nabitě leptony^b (Lepton je lehký fermion (elektron, neutrino,...)). Vraťme se k tomu "zmatku", který v raném vesmíru probíhal. Částice se svými antičásticemi anihilovaly, ale vzniklé fotony gama se bezprostředně materializovaly v částici a její antičástici. Šlo tedy o oboustrannou vratnou reakci. Baryonů bylo a něco málo více než antibaryonů. To mělo později hluboký dopad pro další vývoj vesmíru. Každý miliardtý baryon byl tedy bez partnera. Postupné omezování vzniku částic a antičástic z fotonů, k němuž docházelo v rozpínajícím se a chladnoucím počátečním vesmíru, znamenalo vymírání částic a antičástic. Protože anihilace probíhá za jakékoliv teploty, nebyla přeměna částic s antičásticemi ve fotony ničím omezena, kdežto proces materializace fotonů mohl probíhat jen za teplot dostatečně vysokých. A právě toto přerušení

^a Tento stav obsahuje elementární částice, jako jsou kvarky, ze kterých jsou například protony a gluony, které za částice neoznačujeme.

^b Dodnes je můžeme pozorovat jako reliktní nebo fosilní záření. Reliktní záření - mikrovlnné záření, které vzniklo cca 300 000 let po velkém třesku, kdy došlo k oddělení záření od hmoty. Fosilní záření - infračervené záření z hvězd, které doplňuje záření na pozadí vesmíru. Toto infračervené záření nahrává myšlence, že dříve ve vesmíru vznikalo více hvězd než v dnešní době, nebo je dnes vesmír více znečištěn částicemi prachu, který v IR oboru silně září.

materializace uděluje vesmíru další jasný vývoj. V opačném případě by opakovaná dematerializace a materializace probíhala do nekonečna.

Jaký byl důvod a smysl velkého třesku se můžeme zatím jen domnívat, a tudíž lépe vznik elementární částice si zatím nevysvětlíme. Elementární částice ve formě kvarku prostě byla už na počátku vesmíru. Kdo ji stvořil, nebo jakým mechanismem k tomu došlo o tom zatím nevíme nic. Tak se pojďme podívat co se s oněmi elementárními částicemi dělo, když dostaly možnost se rozutěct po tak velkém prostoru, jako je samý vesmír.

3) VESMÍR PO VELKÉM TŘESKU

Můj oblíbený autor knih o astronomii a astrofyzice Josip Kleczek rozděluje ve své knize "Vesmír kolem nás" [51] existenci vesmíru na čtyři různá období: hadronové, leptonové, fotonové a hvězdné. Než do jednotlivých období nahlédneme a začneme si popisovat první chemické reakce v raném vesmíru vraťme se ještě zpět k elementárním částicím a jejich terminologii. Částice si nyní rozdělíme na ty, které jsou součástí hmoty, a které jsou součástí záření. Součástí hmoty jsou tzv. fermiony^c a součástí záření jsou bosony^d, které právě zprostředkovávají silové interakce mezi částicemi hmoty. Jak už jsme si řekli, všechny tyto částice a jejich antičástice se vyskytovaly v prvních mikrosekundách přibližně ve stejném množství. Zde je důležité slůvko přibližně. Látka tehdy byla ve stavu termodynamické rovnováhy. Fotony měly ještě dostatečně velkou energii^e $h \cdot \nu$, aby se materializovaly na baryony o klidové energii 1 GeV a větší, avšak v důsledku vysoké hustoty se dvojice baryon - antibaryon přeměnila zpět na fotony^f γ . V první mikrosekundě teplota T klesla na 10^{13} K, podle přibližného vztahu $T \approx \frac{10^{10}}{\sqrt{t}} K$, kde T je teplota, t je čas. Průměrná pohybová energie částic kT , kde k je Boltzmannova konstanta^g a T teplota, a fotonů $h \cdot \nu$ byla 10^3 MeV. To je klidová energie^h baryonů. Později, tedy ve druhé

^c Fermiony jsou částice s polovičním spinem, tedy leptony a baryony. Především splňují Pauliho vylučovací princip, podle něhož dva elektrony v atomu nemohou být v témže kvantovém stavu.

^d Boson je elementární částice s celistvým spinem. Tyto částice nesplňují Pauliho vylučovací princip. Jsou to třeba fotony, částice alfa, atomy helia, apod.

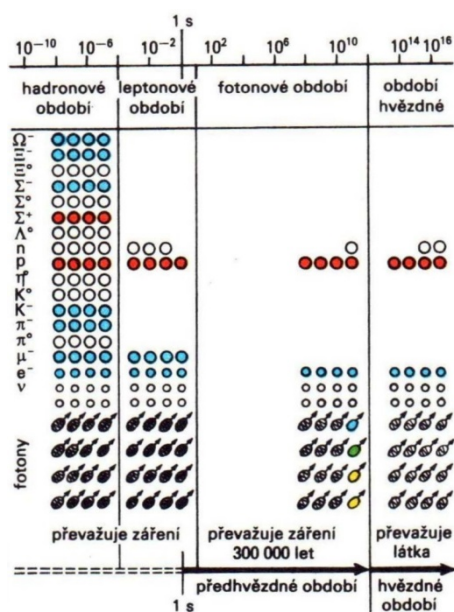
^e Světelná energie vychází ze zdroje po kvantech, které mají velikost $h \cdot \nu$, kde h je Planckova konstanta a ν je frekvence daného záření.

^f Gama-záření je elektromagnetické záření o vlnové délce kratší než 0,001 nm

^g Boltzmannova konstanta $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

^h Klidová energie je energie, kterou má částice v klidu, $E = m_0 \cdot c^2$, kde m_0 je hmotnost osamocené částice v klidu a c je rychlost světla.

mikrosekundě, přestala materializace baryonů, neboť při nižší teplotě než 10^{13} K fotony neměly k materializaci dostatečnou energii. To způsobilo, že do 3 mikrosekund (tj. 0,003 s) vymizely z vesmíru všechny antibaryony a zůstaly pouze baryony. Těch bylo o něco málo více než antibaryonů, viz výše slůvko přibližně, a tudíž neměly již s čím anihilovat. Tomuto krátkému období říkáme hadronovéⁱ, viz Obr. 5.



Obr. 5: Období vesmíru jak šla časově za sebou s naznačenými elementárními částicemi charakterizující konkrétní období. V hadronovém období se vyskytovaly ve vesmíru všechny elementární částice včetně fotonů, v leptonovém období stojí za zmínku především elektrony a neutrina. Ve fotonovém období pak pozorujeme úbytek neutronů. (převzato z [52])

Když energie částic a fotonů klesla mnohem víc, až k 1 MeV, a klesla s tím i teplota, začaly se v hojném počtu objevovat leptony a antileptony. Teplota byla tedy vhodná pro zrod elektronů, pozitronů^j a neutrin^k. Zbylé baryony byly oproti leptonům a fotonům velmi vzácné. Neutrina z těchto dob, cca několik sekund po velkém třesku, naplňují prostřední dnešního vesmíru spolu s izotropním rádiovým zářením, o kterém jsem se už lehce zmiňoval dříve.

Teprve při teplotách kolem 10 000 K se elektrony začaly zachytávat na orbitech nukleonů a vznikal tak první objekt, který se i dodnes ve vesmíru vyskytuje nejběžněji - atom vodíku a zmiňovaný nukleon byl proton. Mezi nimi se našlo i pár

ⁱ Hadrony jsou částice, které na sebe působí jadernou silou, tedy mezony a baryony. Mezony mají celistvý spin, tedy patří k bosonům, jsou však nestálé a po krátké chvíli se rozpadají.

^j Pozitron je kladný elektron, budeme jej značit e^+

^k Neutrino je nejlehčí lepton, je neutrální a má asi nulovou hmotnost. Pohybuje se rychlostí světla. V literatuře ho můžete najít pod řeckým písmenem "ný" ν .

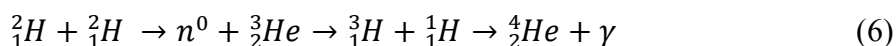
jiných. Někdy se čtyři nukleony sdružily do ústředního systému – zvaného jádro, kolem něhož začaly obíhat dva elektrony – atom helia, na obr. 6. Důvod proč vznikl právě systém čtyř nukleonů se dvěma elektrony místo dvou nukleonů se dvěma elektrony, je dosud záhadou. A nyní je ten správný okamžik, kdy bychom si mohli napsat rovnici první reakce, která s určitou pravděpodobností začala ve vesmíru probíhat. Jádro helia může vznikat následkem rozličných reakcí:



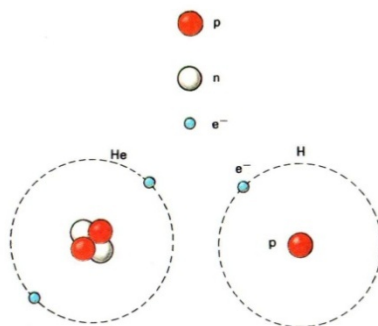
Další z variant je:



A poslední možnost:



Z první rovnice už budete jistě vědět, o které nukleony v jádře helia jde. Dva z těchto nukleonů jsou protony, druhé dva se nepatrně liší. Nazýváme je neutrony, neboť nemají elektrický náboj. V mladém vesmíru se helium nacházelo v počtu zhruba 10 % oproti 90 % vodíku.



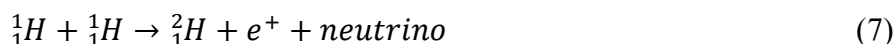
Obr. 6: Schematický náčrt vodíkového atomu s jedním protonem v jádře a jedním elektronem, který jej obíhá, v porovnání s atomem helia se dvěma protony a dvěma neutrony v jádře a se dvěma elektrony na jeho orbitě. (převzato a upraveno z [52])

Na začátku tohoto období, kterému zcela logicky říkáme leptonové, byl počet neutronů a protonů stejný. Avšak neutrony se za nepříliš vysokých teplot rozpadají. To znamená, že protonů začalo přibývat na úkor neutronů. Avšak dříve než se všechny neutrony stačily rozpadnout se objevil i třetí atom, který vystupuje i v reakcích, které vedou ke vzniku helia. Atom deuteria, který má jeden proton, jeden neutron a jeden elektron. Ve srovnání s vodíkem se objevoval v poměru 5:1 milionu a byl poměrně nestabilním prvkem. V poslední řadě se objevil ještě

vzácnější atom lithia (tři protony, čtyři neutrony a tři elektrony). V několika málo chvílích, z vesmírného chápání času, po vzniku vesmíru už máme čtyři relativně na tu dobu složité objekty. Stačilo však jen málo, a nebylo tomu tak. Pomalu si začínáme uvědomovat jak je neutron ve vesmíru důležitý.

4) VZNIK PRVNÍCH HVĚZD

Brzy poté, co se objevily oblaky atomů vodíku, helia, deuteria a lithia, se z nich začaly utvářet hvězdy. Vesmír byl tehdy asi 30 000 let starý. Hvězdy se s velkou pravděpodobností, a často v celých skupinách, tvoří gravitačním smršťováním mezihvězdné hmoty v galaxiích. Galaxie si můžeme představit jako obří shluky atomů seskupených gravitací do koule. Některé shluky atomů v galaxii však byly hmotnější a utvořili si místní seskupení. Tím se prostor mezi těmito uskupeními v galaxii trochu vyčistil a začal být průhledný. A právě z těchto individuálních shluků atomů v prahvězdy vznikaly. Hvězdy první generace se skládaly jen z atomů vodíku a helia se stopovým množstvím deuteria a lithia. Ostatně jiné prvky se v tu dobu ve vesmíru ani nevyskytovaly. Každá taková hvězda "spalovala" vodík a měnila ho v helium. Tomuto procesu se říká nukleosyntéza, kdy se vodík mění v záření a ostatní prvky. Přesněji se jedná o spojování částic v jejich jádrech v jádra složitější. Na první pohled se z vodíku přece nedá vytvořit nic, dokonce ani helium, neboť vodík nemá neutron, což je nezbytná složka k tvorba jiných jader. Obtíž byla v tom, že se volně nevyskytovaly neutrony ani ve vesmíru. To je podstatný rozdíl mezi reakcemi, při nichž vznikly první prvky ve vesmíru, a reakcemi vzniku sekundárních prvků ve hvězdách. Jak vidíme celý proces je založen na mechanismu přeměny samotného vodíku v helium, tzv. proton protonový řetězec reakcí [52][53]. Základem celého řetězce reakcí je syntéza jader vodíku při extrémním tlaku a teplotě, kdy se jeden proton přemění právě v neutron a vzniká deuterium 2_1H



Protože součin nábojů jader je u této reakce nejmenší, měla by reakce mít velkou pravděpodobnost úspěšné srážky. Přeměna vodíku v deuterium je velmi pomalý proces. Deuterium pak reaguje rychle s vodíkem a vytváří izotop¹ helia



Jako další krok proton protonového řetězce připadají v úvahu následující reakce:

¹ Izotopy jsou jádra, která mají stejný počet protonů a liší se pouze počtem neutronů. Odpovídají tedy atomům téhož prvku, ale liší se atomovou hmotností.



nebo



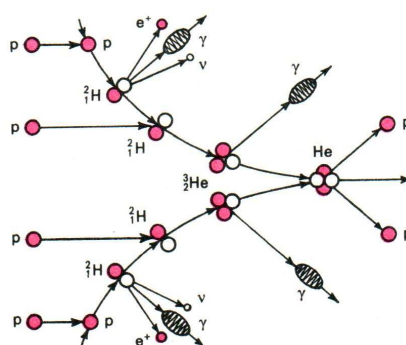
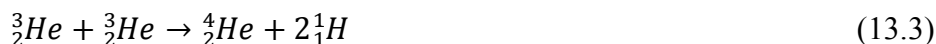
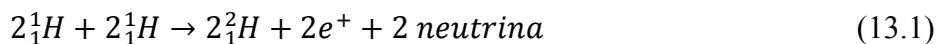
nebo



nebo



Konečným produktem je vždy helium. I kdyby proběhla jakákoliv z těchto reakcí, nikdy bychom se nedostali ve hvězdě k tvorbě těžších prvků. Reakce (9) neprobíhá, protože ${}^4_3\text{Li}$ neexistuje a ${}^3_2\text{He}$ je proto stabilní vůči reakci s protonem. Nejpravděpodobnější proces je proces (11), při němž dochází k rozpadu složeného jádra. Řetězec jaderných reakcí pak vypadá ve skutečnosti následovně, viz také obr. 7.

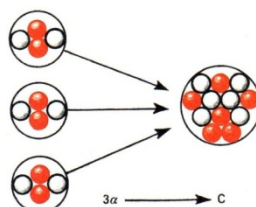


Obr. 7: Schéma proton protonového řetězce. Soubor reakcí, kdy vstupními reaktanty jsou dva protony a produktem reakcí je částice alfa, neutrína, záření a dva osamocené protony. (převzato z [52])

Výsledkem reakcí je vždy vytvoření heliového jádra ${}^4_2\text{He}$, dvou pozitronů a dvou neutrin ze čtyř protonů. Protože pozitrony přecházejí za účasti elektronů v kvanta γ

záření, můžeme říci, že ze čtyř protonů a dvou elektronů se vytvořila částice^m α a 2 neutrino. Jak již jsem řekl, žádná z těchto reakcí nevede ke vzniku těžších prvků. V tom případě ve hvězdě později musí docházet k jiným reakcím, při kterých bude vznikat například kyslík nebo uhlík.

A právě tyto dva prvky jsou přímými potomky helia, resp. vodíku. Ostatní prvky vznikaly již méně, díky nepravidelnému rozložení jejich částic v jádře. Při teplotách 10^8 K a výše může docházet ke spalování helia na těžší prvky. K těmto teplotám dochází až v závěrečném stádiu života hvězdy silou gravitace, o tom ale až později. Tyto reakce popisuje tzv. 3α (Salpeterův proces).



Obr. 8: Spalování helia za vzniku uhlíku. Tímto mechanismem v červených obrech vznikla většina uhlíku ve vesmíru. (převzato z [52])

Do reakce vstupují 3 α částice, na obr. 8, tedy 3 ${}^4_2\text{He}$ a vystupuje uhlík ${}^{12}_6\text{C}$. Beryllium ${}^8_4\text{Be}$ je však nestabilní izotop a mimo to reakce



je endotermická, čili spotřebuje energii (přibližně -95 keV) a ${}^8_4\text{Be}$ se opět může snadno rozpadnout zpět na 2 α částice. Ale právě při těchto teplotách, 10^8 K a výše, je počet atomů beryllia vyšší a pravděpodobnost reakce (15) roste.



S dále rostoucí teplotou, pak reakce pokračuje k dalším těžším prvkům, např.



atd.

Existuje ještě jeden způsob jak dát vzniku jádrům helia, tzv. CN-cyklus. Při něm však vzniká helium za přítomnosti ${}^{12}_6\text{C}$ jakožto katalyzátoru reakce. Ve hvězdě první generace však na počátku tento prvek není a tedy termionukleární reakce zde probíhá pouze proton protonovým řetězcem. Jak jsem zmínil, ve hvězdě dochází ke vzniku

^m Alfa-částice je jádro helia složené ze dvou protonů a dvou neutronů.

těžších prvků až na konci jejího života. Zde je třeba také doplnit, že tento fakt je také závislý na hmotnosti prahvězdy, kdy už je možné téměř přesně určit její budoucí vývoj. Po několika miliardách let po velkém třesku se některé hvězdy první generace vyvinuly natolik, že vyrobily tolik těžkých prvků, že zkolabovaly a jako supernovy explodovaly. Tím se vydala celá škála různých prvků, od nejlehčího vodíku až po nejtěžší prvky jako je třeba uran, po celém vesmíru.

5) HVĚZDY DRUHÉ GENERACE

Čím hmotnější hvězda, tím více tepla díky gravitační a posléze termojaderné síle ve hvězdě vzniká. Například ve středu Slunce je teplota cca $15 \cdot 10^6$ K, což je poměrně nízká teplota ve srovnání s obry jako je Betelgeuse, Rigel či Polárka. Proto ve Slunci dochází k fúzi jen těch nejlehčích jader. Přeměna vodíku v helium probíhá jedním z výše uvedených procesů v závislosti právě na hmotnosti hvězdy. Tedy buď proton protonovými reakcemi, nebo reakcemi CN-cyklu, které si za okamžik ukážeme. U hvězd hmotnějších než $1,7 \cdot M_{\text{Slunce}}$ ⁿ se uplatňují jádra uhlíku a dusíku jako katalyzátory a helium vzniká podle CN-cyklu. Za těchto podmínek vznikají i jádra těžších prvků. Pro hvězdy méně hmotné, s hmotností menší než $1,7 \cdot M_{\text{Slunce}}$ probíhá přeměna vodíkových jader přímo proton protonovým řetězcem. Některé obzvlášť těžké atomy, které zůstaly roztroušeny po vesmíru po explozích hvězd první generace, bohaté na neutrony a protony, nemohly vzniknout nikdy jindy než při explozi takového hvězdného obra, kdy došlo k náhlému uvolnění energie. Jedině tak vznikly atomy jako jsou zlato, platina nebo uran.

Taková exploze hmotné hvězdy první generace nastartovala tvorbu pestré škály dalších prvků ve hvězdách druhé generace, již se staly součástí. Ano, hvězdy druhé generace vznikly právě zpětným seskupením rozptýlené hmoty po supernově. Pak už vznikaly nové hvězdy s příměsí těžších atomů od jejich zrodu, které zaujaly ve hvězdě pozici blíže k jádru. Nezbyvá než si teď ukázat poslední ze tří procesů, které ve hvězdě tvoří skupinu termonukleárních reakcí, CN cyklus [49][52][53], graficky na obr. 9.

ⁿ $1,7 \cdot M_{\text{Slunce}}$ znamená 1,7-mi násobek hmotnosti Slunce

Uhlíkový cyklus je taková přeměna vodíku v helium, kdy do reakce vstupují ještě těžší prvky jako jsou uhlík nebo dusík. V první reakci atom uhlíku $^{12}_6\text{C}$ v interakci s vodíkem produkuje izotop dusíku $^{13}_7\text{N}$ a kvantum záření γ [3]



Druhou reakcí je přeměna nestabilního izotopu dusíku $^{13}_7\text{N}$ na izotop uhlíku $^{13}_6\text{C}$ při současném vyzáření pozitronu a neutrina



Pozitron se opět spojí s elektronem – vznikají dvě kvanta záření γ a neutrina se z hvězdy definitivně ztrácí. Třetí reakce je interakce $^{13}_6\text{C}$ s protonem



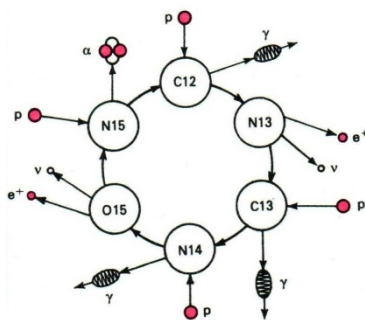
kdy vzniká normální dusík a záření γ . Čtvrtá reakce z celého cyklu je opět reakce protonová, kdy dusík a proton dávají vznik nestabilnímu izotopu $^{15}_8\text{O}$ a záření γ



Izotop $^{15}_8\text{O}$ se v páté reakci ihned mění v izotop dusíku s vyzáření pozitronu a neutrina.



Šestá a poslední reakce CN-cyklu probíhající mezi izotopem dusíku a protonem je



Obr. 9: Grafické naznačení CN cyklu- reakcí (18)-(23). Za katalýzy uhlíkem vzniká z vodíku helium. (převzato z [52])

Do reakce tedy vstupuje jedno jádro uhlíku a čtyři protony a vystupuje jedno jádro uhlíku a jedno jádro helia. Na rozdíl od proton protonového řetězce vyžaduje CN cyklus rozmezí teplot od $10^{7,2}$ - $10^{7,7}$ K, což je přirozené, jelikož reagují prvky s poměrně vysokým protonovým číslem.

Obecně lze říci, že během života hvězdy dochází ke vzniku prvků postupně, a to tak, že tehdy, kdy je spotřebováno kritické množství prvku méně hmotného, nastoupí v plné intenzitě proces spalování prvku s vyšší hmotností, který je produktem

předešlého procesu. Na vzniku mnohem těžšího prvků s protonovým číslem větším než 23 se podílejí následující děje [52]:

- Při α -procesu se syntetizují prvky pomocí jader helia ${}^4_2\text{He}$ při teplotách 10^9 K, kdy vznikají prvky až do ${}^{40}_{20}\text{Ca}$. To se uplatňuje, jestliže helium v jádru hvězdy úplně nevyhořelo.
- e -proces probíhá při teplotách o něco málo vyšších asi $4 \cdot 10^9$ K. To vede ke vzniku prvků skupiny železa, jako jsou V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, kdy požadavek relativního počtu protonů/neutronů ve hvězdě je asi 300.
- Určité reakce jsou významné tím, že produkují volné neutrony, jako například syntéza helia a neonu za vzniku hořčíku. To je pak důležitým článkem při vzniku těžkých prvků ve hvězdě. Coulombovský val těžkých jader je pro nabité protony téměř neprostupný, kdežto neutrony mají mnohem větší šanci se v jádře zachytit, díky jejich neutrálnímu náboji. Takto se v tzv. s -procesu produkuje např. Sr, Zr, Ba, Po atd.
- Dalším procesem, který ve hvězdě probíhá a stojí za zmínku je tzv. fotodisociace. Například fotodisociací dvou jader neonu jsou odtrženy dvě částice α a nastane přeskupení nukleonů do dvou nových jader, kyslíku a hořčíku.

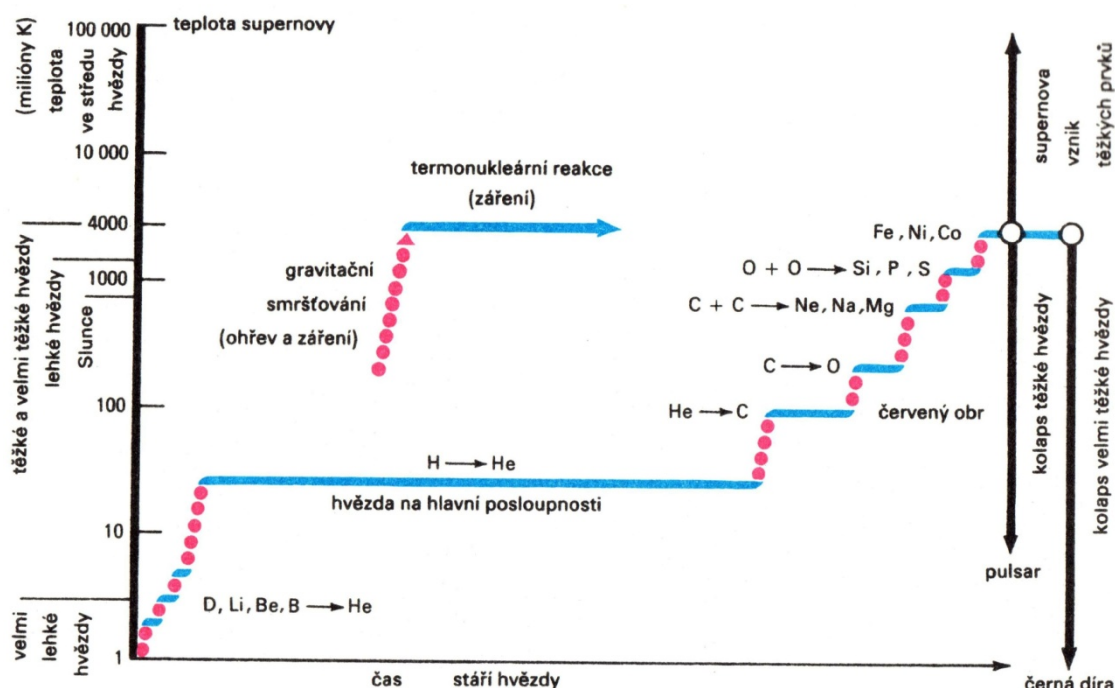


Nově vzniklé prvky mají větší vazebnou energii a jsou stabilnější než původní neon. Při fotodisociaci se obvykle s méně stabilních jader stávají jádra stabilnější. Nyní už máme dostatek informací k tomu, abychom si dokázali udělat představu o každé hvězdě ve vesmíru, v jakém stádiu svého života se vyskytuje a jaké chemické děje v této hvězdě probíhají.

6) VÝVOJOVÉ TŘÍDY HVĚZD - HERTZSPRUNG-RUSSELL DIAGRAM

Pojďme si udělat takové cvičení, kdy podle zvolené reakce budeme usuzovat, o jakou hvězdu se tak asi jedná a v jakém životním období se vyskytuje. Jak už jsem říkal, gravitací se zrodí poměrně chladné mezihvězdné látky hvězda, která je touto silou přivedena do "hvězdné dospělosti" a také k jejímu zániku. Celý tento proces popisuje tzv. Hertzsprung-Russell diagram (viz obr. 10), který nám vždy pomůže si vybavit, kde reakce, o kterých jsme doposud mluvili, mají svůj význam. Gravitační stlačování mezihvězdné látky trvá tak dlouho, dokud prahvězda nedosáhne tak vysoké teploty, aby zažehla termonukleární reakci. Tímto obdobím se nebudeme příliš zabývat,

jelikož tam k žádné významné chemické reakci nedochází. Taková protohvězda čerpá energii z gravitace a sama si zatím žádnou nevyrábí. Ve chvíli, kdy se zažehne termonukleární reakce, přestane smršťování prahvězdy, energie gravitační síly je nahrazena energií jadernou a hvězda se posune ve svém životním cyklu mezi hvězdy hlavní posloupnosti. Právě v tomto období, ve kterém hvězda setrvá většinu svého života, se slučují jádra vodíku v helium. U hmotnějších hvězd víme, že za katalýzy uhlíku a dusíku.



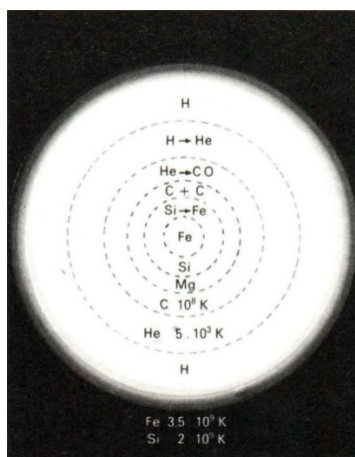
Obr. 10: Hertzsprung-Russellův diagram v netradičním podání. Ukazuje stáří hvězdy ve vztahu k typu chemické reakce v konkrétním časovém období od jejich vzniku až po zánik. (převzato z [52])

Rychlost vývojových procesů ve hvězdě tedy závisí především na její hmotnosti. Jak je vidět z předchozího, tak hmota hvězdy určuje nejen typy reakcí, které ve hvězdě mohou probíhat, ale i její způsob vývoje. U hmotné hvězdy dochází logicky ke smrštění mnohem rychleji než u méně hmotné hvězdy. Podle toho tedy hvězdě trvá než se dostane do hlavní posloupnosti od 0,5 milionu roků přes desítky milionů, jako u našeho Slunce až po miliardy let u těch nejméně hmotných. Hvězda se pak na hlavní posloupnosti udrží tak dlouho, dokud nepřemění alespoň 12 % celkové zásoby vodíku v helium, kdy se s ní stane červený obr. Existují také hvězdy, dá-li se jim tak říkat, které se do hlavní posloupnosti nikdy nedostanou. Jsou tak málo hmotné na to,

aby byly schopny zažehnout termonukleární reakci a jsou celý svůj život řízeny pouze gravitací.

Jak jsem popisoval, když dochází k přeměně vodíku v helium, ubývá ve hvězdě počtu částic. Místo osmi částic v podobě jader vodíku se změní ve 3 částice v jádru helia. To má za následek pokles tlaku v jádru hvězdy, to opět nahrává gravitaci a ta tlačí horní vrstvy hvězdy více do jejího středu. V období kdy se hvězdy zmocňuje definitivně gravitace hvězda opouští hlavní posloupnost. Dochází k hoření helia podle (14) a (15), později k hoření uhlíku podle (17) a těžších prvků a hvězda pak končí jako supernova, nebo jako celá další škála objektů jako jsou bílý trpaslíci, neutronové hvězdy nebo dokonce hvězda zkolabuje do černé díry.

Jak to všechno ale víme? Jak vědci zjistili, že hvězdy jsou z vodíku a helia? Jak jsem již zmínil, stavba hvězdy je určena především její velikostí, resp. hmotností a následně chemickým složením. Studium chemického složení hvězdy není tak jednoduché. Ostatně do hvězdy ještě žádná sonda s příslušným analyzátozem nedorazila. O chemickém složení máme informace především ze spektrální analýzy povrchové vrstvy. O chemii nitra nevíme přímo nic, jen nepřímo z teorie vnitřní stavby hvězdy.



Obr. 11: Vnitřní stavba červeného veleobra a rozdělení prvků v takové hvězdě. (převzato z [52])

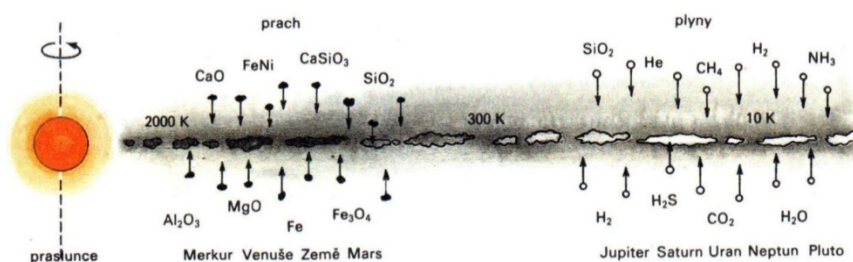
Do nitra hvězdy klesají vzniklé těžší prvky, zatímco ty lehčí, jako je vodík nebo helium, zůstávají na povrchu a účastní se termonukleárních reakcí, jako i ve hvězdě na obr. 11. O hvězdné atmosféře se můžeme více dozvědět ze spektrálních čar studia jejího záření. Více a konkrétněji v [54]. Vážným problémem však je, že nejsilnější čáry ze základního stavu atomů jsou v ultrafialové oblasti. Nejsnadněji dosažitelný

hvězdný objekt - Slunce bylo vhodným kandidátem na studium chemického složení. O to se poprvé v roce 1800 pokoušel německý optik J. Fraunhofer a později v roce 1914 H. N. Russel. Později se usoudilo pomocí ionizační teorie, že většina hvězd má chemické složení podobné. Čárové spektrum hvězdných atmosfér vzniká průchodem záření z teplého nitra hvězdy chladnějšími vrstvami atmosféry. Proto většinou pozorujeme čáry absorpční. Podle intenzity spektrálních čar kovů lze určit jejich množství. Jde o spektrální čáry nejen atomů v základním stavu, ale i atomů ionizovaných. Ve spektru některých hvězd lze také pozorovat tmavé absorpční čáry a pásy způsobené molekulami. Ty se však díky tak vysoké teplotě ve hvězdě vyskytovat nemohou. Jsou to molekuly, které se nachází mezi hvězdou a pozorovatelem. Je to takový artefakt při pozorování hvězdného spektra. Ale mimo jiné nám přináší informace o objektech, které vyplňují mezihvězdný prostor. Jde především o molekuly CH, CN, H₂ a CH⁺. Složitější chemické látky ve formě molekul jsou obvykle v místech, kde je nahuštěný mezihvězdný prach. Ten odstiňuje od fotonového záření molekuly a přebírá nadbytečnou energii po sloučení jednotlivých atomů v molekulu.

7) VÝVOJ ATOMŮ A MOLEKUL NA ZEMI

Víme, že hvězdy vznikají postupným smrštěním rozprostřeného plynu a prachu ve vesmíru. Stejně tak vznikalo i naše Slunce. Rozdíl mezi vznikem samotné hvězdy a hvězdy, kterou obíhají hmotné objekty - planety apod., je zcela fyzikální. Jak by taky ne. Vše záleží na působení odstředivých a dostředivých sil v celém systému. Nám postačí informace, že v případě našeho Slunce se kolem prahvězdy uskupil jakýsi prstenec plynu a prachu, který se později přetvořil v planety, planetky, komety a mezihvězdný prach. Jelikož naše Slunce je hvězda již druhé generace, tak proto plyn a prach, ze kterého se utvořily planety, obsahuje veškeré prvky, které do té doby ve vesmíru vznikly, celkem 91. Na planetách se těžší prvky rychle stahovaly ke středu a ty lehčí zůstávali na povrchu. Proto mají planety utvořené z hvězd druhé generace kovové jádro a na něm křemičitou kůru. Když kůra ztuhla, těžké prvky, které se dostávaly na Zem v meteoritech. Takto přivlečené prvky už nemohly klesnou k jádru a zůstaly tak na povrchu nebo těsně pod povrchem. V době krátce po ztuhnutí zemské kůry bylo v okolí země ještě tolik vesmírných těles a tělísek, která dopadala na povrch, že díky tomu mohla vzniknout bohatá ložiska železa a jiných těžkých kovů u povrchu planety.

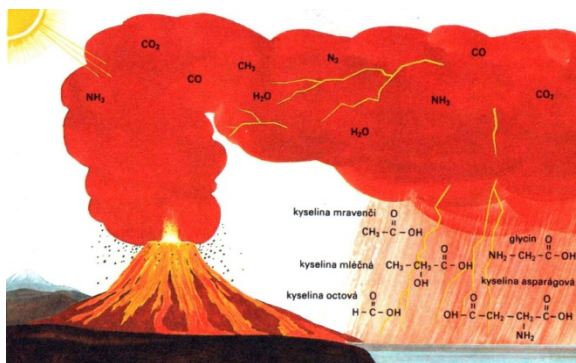
No a nezbyvá nic jiného než přejít k samotné chemii. Z prvních kapitol obecné chemie víme, že veškerá chemie se odehrává na poli, kterému říkáme elektronový obal atomu (např. zde [55]). V elektronovém obalu žijí záporně nabitě elektrony, které se shlukují do vrstev nejdříve po dvou a pak po osmi elektronech. Pokud má nějaký atom zaplněnou celou vrstvu, která je od jádra nejvzdálenější, je prakticky chemicky netečný, jako jsou např. vzácné plyny. Této nejvzdálenější vrstvě říkáme valenční vrstva a elektronům valenční elektrony. A právě valenční elektrony se uplatňují při vytváření vazeb a při chemických reakcích. Atomy různého, nebo i stejného typu jsou schopny si navzájem půjčovat, nebo sdílet valenční elektrony a to tak, aby oba byly ve stavu, kdy mají zaplněnou celou valenční vrstvu. A právě takové přátelství dvou atomů se nazývá molekula. Pojem molekuly byl původně zaveden proto, aby byly odstraněny rozpory mezi atomovou teorií a experimentálně zjištěnými skutečnostmi při slučování plynů. Ostatně všichni víme, že plyny se většinou vyskytují ve dvou či tříatomových molekulách. Nejzajímavější molekulou, alespoň z biologického hlediska, která vznikla na Zemi celkem záhy, byla molekula vody. Nevznikla nejspíš přímo na Zemi, ale doputovala sem ze vzdálenějšího konce sluneční soustavy, kde byly podmínky na zkondenzování vody a posléze ztuhnutí do ledu příznivější, než vyprahlý vnitřek soustavy. Přesný mechanismus vzniku molekuly vody je nám dodnes zatím utajen, ale z pozorování víme, že je ve vesmíru celkem hojně zastoupena. Ve sluneční soustavě je voda především na planetkách a kometách a to ve zmrzlém stavu. A právě srážkami těmito těles se Zemí byla transportována na naši planetu.



Obr. 12: Schéma sluneční soustavy, kdy kondenzovaly ze sluneční mlhoviny první sloučeniny. (převzato z [52])

Vraťme se ještě o krok zpět, kdy teplota plynu a prachu v okolí praslunce klesla něco málo pod 4 000 K. [51] Při chladnutí začaly postupně kondenzovat některé minerály. Nejprve se vysrážely sloučeniny vápníku, hliníku, hořčíku a titanu a při teplotách pod 2 000 K se objevují ve formě sloučenin, jako jsou oxid vápenatý CaO, oxid

hlinitý Al_2O_3 a oxidy vzácných zemin. Když teplota klesla pod 1 500 K, kondenzovaly křemičitany hořčíku a směs železa s niklem, později pak také oxidy alkalických kovů. Schematicky na obr. 12. Avšak vodík, helium, uhlík, dusík, kyslík a síra zůstávají stále v plynném stavu. Tyto lehké prvky, jako vodík a helium, byly tlakem slunečního záření unášeny dále od hvězdy na rozdíl od těžkotavitelných prvků, jako je křemík, železo, hliník nebo vápník. Ve vnější částech planetární mlhoviny se pak mohla začít vyskytovat ve zmrzlém stavu právě voda H_2O , suchý led CO_2 pevný amoniak (čpavek) NH_3 nebo metan CH_4 . Ve vnitřní části vzniklé sluneční soustavy nemohly tyto látky zkondenzovat kvůli vysoké teplotě. Později, kdy i ve vnitřních částech sluneční soustavy dostatečně klesla teplota, postupným ochlazováním zemského pláště a geologickými procesy v kůře vznikla na Zemi atmosféra a hydrosféra. Geochemici se domnívají, že do té doby Země atmosféru zřejmě neměla. Plyny se do atmosféry dostávaly po výbuchu četných sopek, které v tu dobu byly na zemském povrchu v hojném počtu. Uvolnily se především molekuly H_2O ve formě vodní páry, N_2 a CO_2 . Vodík a dusík se slučovaly v amoniak NH_3 a z uhlíku a vodíku vznikal metan CH_4 . V menších množstvích pak H_2S , HF nebo H_2SO_4 . Sopečná činnost byla hlavním zdrojem oxidu uhličitého a dusíku, které začaly tvořit zemskou atmosféru. Kyslík byl v tuto dobu ještě vázán ve sloučeninách, v oxidech, křemičitanech a ve vodě. Hlavním zdrojem atmosférického kyslíku se staly později až rostliny, resp. jejich předchůdci v moři, jako jsou například sinice. Až tyto organizmy byly schopny fotosyntézy. Plyny uvolněné do atmosféry přispěly ke skleníkovému efektu a zamezovali dalšímu úniku tepla ze zemského povrchu. Poté se vodní páry vyskytující se v atmosféře srážely a vytvořily oceány. Oxid uhličitý se slučoval s atomy různých druhů za vzniku složitějších molekul, které se staly součástí tehdejších oceánů.



Obr. 13: Vznik složitějších molekul v zemské atmosféře a oceánech. (převzato z [52])

Dusík zůstával především v atmosféře ve formě plynu N_2 . Reakcemi mezi metanem CH_4 , amoniakem NH_3 , vodou H_2O a slunečním zářením vznikal ozón O_3 . Poté co se Země ochladila ještě více, tak se zbylý amoniak a metan vstřebaly do oceánů. Vlivem gravitačního působení Měsíce, který způsoboval odliv a příliv, se celá směs v praoceánu promíchávala, což zvyšovalo šance na vznik nových a nových molekul, které byly čím dál víc složitější a komplexnější. Vznikaly anorganické i organické molekuly nových a nových látek. Ve formě kyselých dešťů dopadala na zem kyselina mravenčí, kyselina octová, kyselina mléčná, kyselina asparágová nebo glycin, jedna z velice jednoduchých aminokyselin (viz obr. 13). Nestačilo mnoho a ve vši komplexnosti vznikla i kyselina deoxyribonukleová, která je jak všichni víme zakladatelkou života. Existují však teorie, že taková kyselina nemohla vzniknout v samotném praoceánu. Při bouřích, kdy oceán prudce narážel do skal na jeho okrajích, se uvolňovaly další prvky s pevných hornin, především síra. A právě zde se mohl poprvé objevit organický základ života ve formě aminokyseliny, bílkoviny, sacharidu nebo lipidu. Tyto všechny molekuly byly velmi strukturované, však stále nebyly živé. Až kyselina deoxyribonukleová, která je z podobných strukturovaných molekul složena, byla schopna replikace. Mohla tedy přivést sama na svět své dvojče. Organické molekuly však nevznikaly pouze na Zemi. Některé druhy kamenných meteoritů se zrnitou strukturou obsahují až 10 % uhlíku, který je základem organických sloučenin. Obsahují mnoho, často složitých organických molekul, jako jsou aminokyseliny a lipidy. Lipidy jsou základem membrány živých buněk a aminokyseliny zase základními kameny bílkovin. Netrvalo dlouho a za nedlouho se na Zemi objevila první buňka. Tím vznikly první důvody, proč vznikla nová vědní disciplína a tou je biologie.

2. LUMINISCENCE

Co mají společného světlušky, medúzy, obrázky svítící ve tmě, zářivka, látka umožňující detektivům nalézt stopy krve i tam, kde pouhým okem není nic vidět, Tchajwanské světélkující prase, lightsticky? Všechny spojuje jev zvaný luminiscence, neboli česky světélkování.

Téma bylo prezentováno na semináři Teoretická chemie prakticky v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně

a s aplikacemi dne 27. ledna 2012. Autor navazuje na představení tématu na konferenci Veletrh nápadů učitelů fyziky 13 v Plzni, na pořádání workshopu na konferenci semináře Heuréka [56] v Náchodě a regionálním semináři Heuréka v Praze, jakožto demonstrace žákům například na Gymnáziu v Boskovicích.

Text je z výše uvedeného důvodu z velké části totožný s textem v autorově publikaci [57], který byl převzat a přepracován z autorovi publikace [58]. V tomto případě se však jedná o zkrácený materiál sloužící učitelům pro přímou aplikaci ve výuce. Mohou ho tak žákům namnožit a v hodinách, kde je nedostatek času, se místo zápisu věnovat spíše zkoumání uvedených jevů a výrobě UV lampičky. Autor se tak snažil vyjít vstříct učitelům, kteří byli účastníky semináře a kterým bude tento materiál k dispozici. Z tohoto důvodu po konzultaci s editory brožurky byl přetisknut v publikaci [59].

2.1. Metodický komentář

Předkládaný materiál může sloužit pro zařazení do seminářů nebo samostatných laboratorních prací či kroužků chemie a jedná se spíše o motivační prvek do výuky. Avšak tohoto tématu můžeme s výhodou použít pro přesah do kvantové chemie, molekulových orbitalů apod. Velmi vhodné je se studenty sestavit UV lampičku a dále s ní pracovat. Pokud ve výuce nemáte pro výrobu a následné experimentování dostatek času, můžete vyráběnou lampičku nahradit komerční UV lampou, kterou si budou studenti ve skupinkách půjčovat. (Seženete ji například v obchodech GME Electronics, Conrad, a to nejčastěji pod názvy lampa k ověřování pravosti bankovek za cenu kolem 200 Kč dle druhu.) Problémem může být dostupnost chemikálií ve vaší škole. Zřejmě největší problém nastane u chemikálie luminol, kvůli její vysoké ceně, cca 200 Kč za gram. (Gram luminolu vám však vystačí na cca 5 předvedení, doporučuji chemikálii zakoupit u firmy Penta.)

2.2. Pracovní list pro práci se studenty

Lidé jsou odpradáвна fascinováni světelnými jevy. Mezi tyto jevy patří i tzv. luminiscence, o jejímž pozorování máme zmínky už z 10. století z Číny; nám je však důvěrně známá díky světluškám.

Luminiscence (dle [60], [61]) je spontánní (samovolné) záření obvykle pevných nebo kapalných látek, které vzniká jako přebytek záření tělesa nad úroveň jeho tepelného záření v dané spektrální oblasti při dané teplotě, přitom toto záření má určitou dobu doznívání, tedy trvá i po skončení budícího účinku. To znamená, že světelné záření vyzařované tělesem není spojeno pouze s jeho teplotou (Wienův posunovací zákon – viz [62]), ale i s jiným dějem, tzv. luminiscencí.

Luminofor je látka, u které nastává luminiscence (tzv. světélkující látka).

Jak vzniká luminiscence? (viz [63])

Luminiscence vzniká vybuzením atomu luminoforu do excitovaného stavu (tj. energeticky bohatšího) a následným návratem atomu do základního stavu, při kterém dojde k vyzáření fotonů.

luminofor (základní stav) + energie (☺) → luminofor* (excitovaný stav) (☹)

luminofor* (excitovaný stav) (☹) → luminofor (základní stav) + světlo (☺)

Princip luminiscence si můžeme zapamatovat díky schématickému znázornění pomocí „smajlíků“. Základní stav atomu je stav s nejnižší energií a tudíž se tam atomu „líbí“ (znázorněno ☺). Stav excitovaný je energeticky bohatší, ale tam se atomu moc „nelíbí“, raději by měl energii co nejnižší (znázorněno ☹).

Druhy luminiscence

Luminiscenci dělíme

1) dle způsobu excitace:

- Fotoluminiscence – vyvolána elektromagnetickým zářením (např. zářivka)
- Elektroluminiscence – vyvolána elektrickým polem (např. luminiscenční dioda, reklamní panely, nouzové osvětlení)
- Katodoluminiscence – vyvolána dopadajícími elektrony (např. stínítko televizní obrazovky, osciloskopu)
- Chemoluminiscence (chemiluminiscence) – vyvolána chemickou reakcí

- Bioluminescence – způsobena chemickou reakcí vytvořenou živými organismy
 - Termoluminescence – vyvolána vzrůstem teploty po předchozím dodání energie (např. termoluminiscenční dozimetry)
 - Radioluminescence – vyvolána působením jaderného záření
 - Mechanoluminescence – vyvolána mechanickou energií
 - Triboluminescence – vyvolána třením
 - Fraktoluminescence – vyvolána lámáním
 - Piezoluminescence – vyvolána tlakem způsobujícím elastickou deformaci
 - Sonoluminescence – vyvolána zvukovým vlněním (ultrazvukem)
- 2) dle doby trvání luminiscence po skončení excitace (tzv. dosvit):
- Fluorescence – luminiscence zmizí s přerušením excitace
 - Fosforescence – luminiscence trvá i po přerušení excitace (několik minut až hodin)

Mechanoluminescence (viz [64])

Cukr přeci nesvítí?

Pomůcky: kostkový cukr, kleště nebo palička

Postup: Zavřeme se do temné místnosti. Doporučujeme neprovádět pokus ihned, ale počkat několik minut, než se oči přizpůsobí temnotě a budou schopny vnímat slabé světélkování. Uchopíme kostku cukru do kleští nebo drtíme cukr paličkou či jiným masivním předmětem. Pozorujeme slabé modré světélkování. Cukr můžeme drtit i mezi zuby před zrcadlem.

Vysvětlení: Když se rozlomí krystaly cukru, jedna část má přebytek elektronů, zatímco druhá má přebytek kladných iontů. Téměř okamžitě elektrony přeskočí trhlínu v porušeném krystalu, a tak se obě strany nábojově vyrovnají. Elektrony se sráží s dusíkem obsaženým ve vzduchu, dodají mu energii, excitují ho a on ji pak vyzařuje ve formě UV záření doprovázeného trochou viditelného modrého světla. Mechanoluminescence je kvantový jev, jeho mechanismus není ještě zcela vysvětlen.

Obálky přeci nesvítí?

Pomůcky: poštovní samolepící obálky, šikovné ruce

Postup: Zavřeme se do temné místnosti. Doporučujeme neprovádět pokus ihned, ale počkat několik minut, než se oči přizpůsobí temnotě a budou schopny vnímat slabé světélkování. Obálku zalepíme a rozřízneme na straně, kde jsme ji zalepili. Uchopíme ji za tento konec a trhneme slepené části od sebe. Pozorujeme modrozelené (záleží na druhu obálky) záblesky.

Vysvětlení: Viz „Cukr přeci nesvítí“. Pozor, ne všechny obálky světélkují! Je třeba dopředu vyzkoušet.

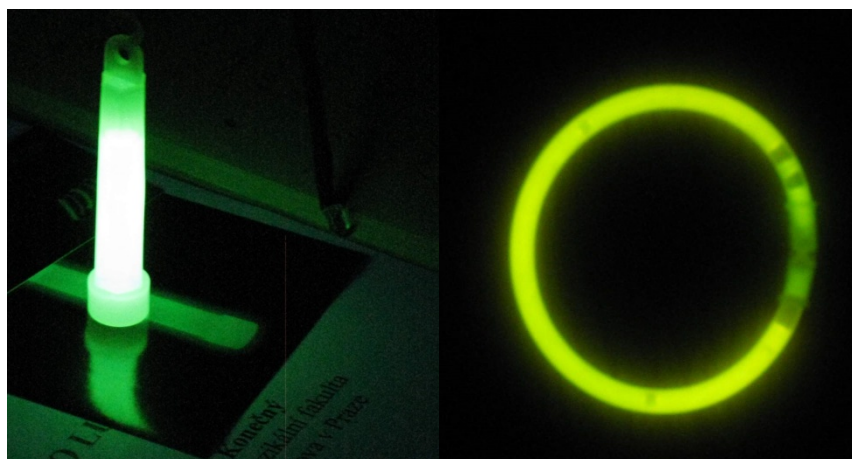
Chemiluminiscence (viz [65])

V tomto případě je zdrojem excitace chemická (popřípadě biochemická) reakce. Není třeba tedy žádného excitačního záření, ale vlastní chemická reakce dodá energii, jejíž část je poté přeměněna na světlo.

Lightsticky

Na principu chemiluminiscence fungují světelné tyčinky (tzv. lightsticky), které vydávají „studené světlo“, viz Obr. 14. Ty obsahují dva roztoky, z toho jeden v zatavené skleněné ampuli. Po rozlomení této ampule dojde ke smíchání obou roztoků a následné luminiscenci. Podrobněji viz [63].

Při zahřátí lightsticků (například v rychlovarné konvici) můžeme pozorovat zvýšení intenzity světla, což je způsobeno tím, že chemická reakce se při zvýšení teploty urychlí (empirické pravidlo van't Hoff říká: „Zvýšíme-li teplotu o 10 °C, pak rychlost chemické reakce se zdvojnásobí,“). Při snížení teploty se reakce zpomalí, tudíž lightstick bude svítit méně intenzivně.



Obr. 14: Ukázka svítících tyčinek, tzv. lightsticků (vlastní)

Další chemické pokusy

Další pokusy týkající se chemiluminiscence jsou popsány v [58].

Fotoluminiscence

Celá řada zejména organických, ale i anorganických sloučenin je schopna se excitovat absorbovaným zářením a tuto excitační energii pak vyzářit opět jako elektromagnetické záření o stejné nebo větší vlnové délce.

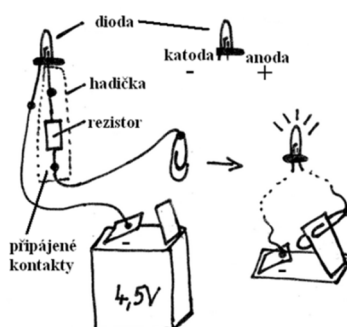
Zdroje UV záření

Jako zdroj UV záření můžeme použít UV lampu používanou ke zjišťování pravosti bankovek (cena cca 200 Kč) nebo vlastnoručně vyrobenou UV lampičku (cena do 50 Kč).

Jak si vyrobit UV lampičku?^o

Pomůcky: UV dioda^p (390 nm), rezistor (50 – 60 Ω , na 0,6 W), plochá baterie (4,5 V), vodiče, kancelářská sponka, kousek hadičky, izolační páska/páječka

Postup: Dioda je stavěná na napětí 3,5 V, proto musíme ze zdroje „srazit“ 1 V na rezistoru. Je dobré vodiče připájet (jeden na pól baterie a druhý na kancelářskou sponku, viz obrázek), ale stačí pokud je přilepíme lepicí páskou. Přes rezistor natáhneme hadičku, kterou připevníme izolační páskou (aby se nedotýkaly póly + a –). Pokud jsme nesledovali zapojení diody, stačí jen vyzkoušet polaritu, ve které lampička svítí, a lampička je hotová. Schéma viz Obr. 15.



Obr. 15: Schéma zapojení UV lampičky

^o Vyrobeno dle námětu Mgr. Z. Poláka, Gymnázium Náchod.

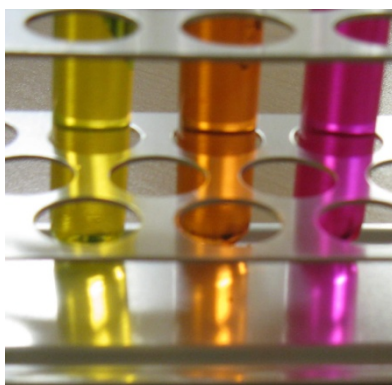
^p Seženeme v prodejnách s elektrotechnickými součástkami (cena cca 10 Kč/ks). Ideální jsou diody, které vydávají světlo o vlnové délce menší než 400 nm.

Fluorescence (viz [66])

Fluorescein, eosin, rhodamin

Chemikálie: indikátor fluorescein^q, eosin, rhodamin, hydroxid sodný, destilovaná voda

Postup: Rozmícháme trochu fluoresceinu (eosinu, rhodaminu) ve vodě. Ten již fluoreskuje při denním světle žlutozelenou (oranžovou, červenou) barvou. Posvítíme-li UV lampou, luminiscence je intenzivnější (Obr. 16). Je lepší rozmíchat barviva ve 2% roztoku hydroxidu sodného, luminiscence je pak intenzivnější.



Obr. 16: Fluorescein, eosin a rhodamin na denním světle (vlastní)

Aeskuletin^r

Pomůcky: čerstvá kůra či pupeny jírovce maďalu („kaštan“), destilovaná voda

Postup: Kousky kůry dáme do Petriho misky s vodou. Po ozáření UV lampou pozorujeme, jak se aeskuetin postupně louhuje a pozorujeme modré světlo.

Chlorofyl

Pomůcky: zelené listy (mlíčí pampelišky), aceton

Postup: Samotný list pod UV lampou nefluoreskuje. Energie je spotřebovávána na jiné děje (fotosyntéza, ...). Jestliže ale ten samý list nastříháme a necháme vylouhovat v acetonu, po osvětlení UV lampou červeně svítí.

^qTzv. „uranin“ nazvaný podle toho, že uranylové soli fluoreskují velmi podobnou barvou. Ve většině běžných školních chemických laboratořích se nachází dostatečné množství této chemikálie.

^r Derivát kumarinu (podrobněji viz [66])

Zvýrazňovače

Pomůcky: zvýrazňovače, voda, líh

Postup: Zvýrazňovačem pokreslíme na sklo a posvítíme na něj. Začne svítit. Svítí již i obaly od zvýrazňovačů, ale i různé jiné “křiklavé” předměty. Zvýrazňovače obsahují tzv. luminofony. Můžeme si vytáhnout náplň ze zvýrazňovače a vylouhovat ji do vody nebo lihu (některé zvýrazňovače jsou rozpustné ve vodě, jiné v lihu – je třeba vyzkoušet). Dostaneme tak roztok, který po osvětlení UV lampou bude krásně svítit.

Ostatní

Je možné si též posvítit UV lampou na jiné látky a vyzkoušet, zda svítí (Obr. 17).

Látky: bankovky a občanský průkaz (obsahují ochranné prvky), prášek na praní (obsahuje tzv. optické zjasňovače), tonic (osahuje chinin), zářivka, pomůcky k UV záření ve školní sadě, cedulky s nápisem „nouzový východ”, bílý papír, ...



Obr. 17: Co všechno hezky svítí pod UV lampou (vlastní)

Fosforescence

Světloňoš

Pomůcky: škrťátka z krabiček od zápalek (nebo červený fosfor)

Postup: Do zkumavky natrháme několik škrtátek (nebo dáme na špičku nože trochu červeného fosforu). Zahříváme nad kahanem. Pozorujeme bílé světlo.

Vysvětlení: Červený polymerní fosfor P_n žářem depolymeruje na páry bílého fosforu P_4 , které v chladnějších částech zkumavky reakcí s kyslíkem a vzdušnou vlhkostí bíle září. Meziprodukty reakce nejsou dosud zcela známy.

Upozornění: Bílý fosfor je silně jedovatý a samozápalný, ale bezpečně jej lze připravit v malém množství zahřátím červeného fosforu (škrtátka obsahují červený fosfor a pojivo). Použitá škrtátka spalte.

Fluoresceinové sklo

Pomůcky: fluorescein, kyselina boritá

Postup: Malé množství (na špičku nože) fluoresceinu rozetřeme s 2 lžičkami kyseliny borité a nasypeme do zkumavky. Nad kahanem postupně tavíme na žlutozelené sklo. Zkumavku necháme vychladnout. Po nasvícení UV lampou uvedená hmota pár sekund fosforeskuje i bez dalšího svícení UV lampy.

Ostatní (viz [64])

Děle fosforeskují (hodiny i dny) po nasvícení laky, které se připravují z tzv. „Sidotových blejn“, což je sulfid zinečnatý (ZnS) dopovaný těžkými kovy (Cu , Cs , Rb); jejich příprava je ovšem dost komplikovaná a obtížně realizovatelná ve školní laboratoři.

Výskyt a použití luminiscence

Luminiscence se vyskytuje všude kolem nás.

Zářivky^s, které se běžně používají, jsou založeny na fotoluminiscenci.

Za horkých letních nocí lze v přírodě pozorovat zelené světélkování svatojánských mušek, modrou mořskou záři (původcem jsou mořští prvoci) nebo sinavý sliz houbových plodnic některých světélkujících hub nebo jejich světélkující podhoubí.

^s Zářivka je tvořena trubicí naplněnou plynem, v níž probíhá výboj produkující UV záření. Toto záření však nepozorujeme. Pozorujeme až viditelné luminiscenční světlo, které vzniká dopadem UV záření na vrstvu luminiscenční látky (luminofor) pokrývající vnitřní stěny trubice (viz [61]).

V tomto případě jde o tzv. bioluminiscenci^t. Nejznámějším příkladem bioluminiscence ve střední Evropě jsou asi světlušky. Bioluminiscenci jsou známy i jiné organismy např. medúzy, ryby (mořský ďas). Světélkování ztrouchnivělého dřeva způsobuje dřevokazná houba václavka obecná, jejíž vlákna produkují nazelenalé světlo. Kuriózní bioluminiscenci je Tchajwanské světélkující prase [67], které vzniklo přidáním genetického materiálu z medúzy do prasečího embrya (tento proces má napomoci ve výzkumu kmenových buněk).

Také některé minerály vykazují luminiscenci.

S luminiscencí se dále setkáváme, pokud vlastníme hodinky, které ve tmě samovolně svítí.

Luminiscence se využívá v obrazovkách televizorů, osciloskopů, na cedulkách s nápisem „nouzový východ“, v termoluminiscenčních dozimetrech.

Podstatnou roli hraje luminiscence při diagnostice závažných onemocnění (AIDS, BSE, ...). V monitoringu čistoty ovzduší, kriminalistice (stopy krve) a vojenské chemii. Využívá se v tzv. studeném světle (lightsticku).

Vysoké intenzity fluorescence fluoresceinu se využívá i pro mapování podzemních toků. Takto bylo např. dokázáno vysypáním většího množství fluoresceinu do přítoku Rýna, že se voda z tohoto přítoku podzemím částečně dostává do Bodanského jezera, ačkoliv na povrchu jsou tyto vodní plochy oddělené. Po určité době po vysypání fluoresceinu totiž začala slabě fluoreskovat i voda v jezeře. (Fluorescein je biologicky prakticky neškodný).

S luminiscencí se můžeme setkat i v kultuře, tzv. luminiscenční divadlo v Muzeu loutkařských kultur v Chrudimi [68].

Luminiscence má také zastoupení v chemické analýze a fyzikálním měření (fluorescenční mikroskopy, skenery, spektrofluorimetry), ale i biologii (fluorescenční značení tkání).

^t Celý proces je výsledkem oxidace luciferinu za přítomnosti enzymu luciferázy. Při této reakci se vyzářuje až 96 % světla a jen 4 % tepla, je tedy z hlediska daných organismů velmi efektivní (pro porovnání u výbojek je světla jen 10 %). Rovnice reakce se dá zapsat schématicky takto: luciferin + kyslík → oxyluciferin + světlo.

2.3. Powerpointová prezentace

Součástí práce je i vytvořená powerpointová prezentace ve formátu .ppt a .pdf, kterou mohou učitelé při výkladu využít. Jejím obsahem jsou základní body tohoto textu. Náhled snímků prezentace je uveden v Příloze C – Powerpointová prezentace k tématu luminiscence.

3. STRUKTURA A VLASTNOSTI LÁTEK

Námět pokusů, které by motivovaly nejen v organické chemii, byl autorem zpracován pro předmět Didaktika organické chemie na Katedře učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze pod vedením RNDr. R. Šulcové, Ph.D. a Doc. RNDr. H. Klímové, CSc., které se snaží studentům ukázat netradiční metody výuky. Pracovní list byl použit v praktickém cvičení u profesorky RNDr. E. Trnové, Ph.D. na Gymnáziu v Boskovicích. Pro účel kurzu Teoretická chemie prakticky v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi dne 19. prosince 2011 byl přepracován a doplněn, viz publikace [69].

Pracovní list, který předkládáme, má sloužit k motivaci žáků. Série pokusů zaměřená převážně na zkoumání jevů metodou heuristickou rozvíjí přirozenou zvědavost a bystří všímavost žáků k detailům pokusu. Materiál můžeme využít k propojení organické chemie, respektive jejího úvodu s fyzikou. Vždyť přeci struktura chemických organických látek je zkoumána převážně fyzikálními metodami (NMR, Infračervená spektroskopie, ...).

Použité experimenty nejsou myšlenkami autora, jde o zajímavé nápady, s kterými se autor při různých akcích seznámil. Tyto nápady byly doplněny a upraveny pro použití k uvedenému účelu. Poděkování patří těm, kteří autora o nápady obohatili. Jde o projekt Heuréka, autorky RNDr. I. Dvořákové, Ph.D. ([70], publikováno [71]) a nápad kolegy RNDr. V. Piskače (publikováno [72]).

Možné zařazení dle RVP

RVP G –F - STAVBA A VLASTNOSTI LÁTEK - *žák objasní souvislost mezi vlastnostmi látek různých skupenství a jejich vnitřní strukturou*

3.1. Metodický komentář

Organickou chemii a zvláště její úvod považují žáci za nudnou a většinou je moc nebaví. Jako jeden z důvodů vidí autor v její struktuře. Organická chemie je totiž logická a většinu učiva se nelze učit pouze pamětně. Dále je třeba se učit průběžně, jednotlivé kapitoly jsou úzce svázány a jednotlivé poznatky na sebe navazují. V úvodu do učiva organické chemie je tedy třeba nabídnout žákům pokusy a zajímavá cvičení, která by je motivovala k učivu. Zvláště zahrnutí pokusů, které mohou žáci sami provádět, se velmi cení zvláště v organické chemii, kde se mnoho pokusů neprovádí.

V pracovním listu je použito několik výukových metod. Jednak jsou to metody názorně demonstrační (pozorování pokusů, zapisování toho, co žák pozoruje) a metoda heuristická. Tyto metody jsou v chemii používány v menší míře a jejich zařazení rozvíjí kompetence žáků. V chemii téměř nevyužívaná heuristická metoda by však dle názoru autora měla mít větší postavení. Při heuristické metodě (dle [73]) žáci sami „objevují“ pro ně doposud neznámé poznatky. Aktivně se zapojují do vyučovacího procesu induktivním vyvozováním nového poznatku. Současně napodobují činnost experimentálního vědce (chemika, fyzika, ...).

Struktura pracovního listu je rozdělena do pokusů žakovských - tento pokus provádí sám žák, frontální pokusy - provádí všichni žáci ve třídě zároveň a pokus demonstrační - provádí pouze učitel a žáci sledují průběh (dle [74]).

Před prováděním pokusů ve třídě doporučuji, abyste si je pečlivě připravili a několikrát sami vyzkoušeli, i když se jedná o jednoduché experimenty. Pro nezkušeného pedagoga je vhodné vyzkoušet pokusy v kroužku malého počtu žáků (v kroužku chemie, ...). Získá tak jistý cvik a obezřetnost při provádění uvedených pokusů. Je vhodné, aby učitel poučil žáky o bezpečné práci s ohněm, ukázal, kde se nachází hasicí přístroj a poučil žáky, co dělat v případě, že by došlo k požáru.

Přeji Vám, aby tento materiál přispěl ke zlepšení a motivaci výuky organické chemie a byl Vám ku prospěchu.

Text pro studenty

Milé studentky a studenti, do rukou dostáváte pracovní list týkající se problematiky organické chemie. Práce podle pokynů v pracovním listu pro vás bude jistě trochu nová. Postupujte dle pokynů v pracovním listu, v případě nejasností se obraťte na učitele. Při práci dbejte opatrnosti vůči sobě i svému okolí! Vaším úkolem je všimnout si detailů při provádění pokusu, pokusit se co nejlépe svými slovy popsat děj, který jste pozorovali a ve skupinkách nebo s vyučujícím diskutovat možné příčiny. Vaše práce se bude podobat práci vědce, který zkoumá jevy v oblasti, o které toho prozatím moc neví. Přeji vám, aby se vám práce dařila a abyste si odnesli zajímavé zážitky a spoustu nových poznatků.

3.2. Pracovní list

POZOR! PRÁCE S OTEVŘENÝM OHNĚM!

EXPERIMENT 1: POROVNÁNÍ FYZIKÁLNÍCH A CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ ANORGANICKÉ A ORGANICKÉ LÁTKY

Pomůcky: kuchyňská sůl, parafín (kousek svíčky), 2 zkumavky, destilovaná voda, líh, kahan

Úkol:

- a) U obou látek (kuchyňská sůl, parafín) pozoruj a zapiš jejich barvu, sleduj rozpustnost ve vodě, rozpustnost v lihu. Zjištěné poznatky diskutuj.

Pozorování a diskuze:

EXPERIMENT 2: ZÁHADA PARAFÍNU

Pomůcky: parafín (kousek svíčky), zkumavka, rychlovarná konvice /kahan/

Úkol:

- a) Do zkumavky vhod' několik kousků parafínu a vlož zkumavku do rychlovarné konvice. Ponechej do té doby, než všechen parafín ve zkumavce roztaje. Poté zkumavku vytáhni a vhod' do ní kousek tuhého parafínu. Pozorování zapiš.
- b) Při chladnutí roztaveného parafínu ve zkumavce pozoruj, co se děje. Pozorování zapiš. O čem to svědčí?

Pozorování a diskuze:

DŮ: Vyhledej odpovědi na následující otázky:

Co je to parafín? Jaké je jeho využití a výroba?

EXPERIMENT 3: SVÍČKA

Pomůcky: svíčka, špejle, sirky

Úkol:

- a) Zapal obyčejnou svíčku. Pozoruj, jak hoří a zapiš pozorování.
- b) Pomocí svíčky zapal špejli. Svíčku zhasni lehkým zfouknutím a ihned zapálenou špejli pomalu přibližuj ke knotu. Pozoruj a zapiš, co se stalo. Pokus párkrát zopakuj. Snaž se zjistit, na jakých parametrech může pozorovaný jev záviset.

Pozorování:

Otázka:

Co hoří „ve“ svíčce?

DŮ: Urči, kolik gramů oxidu uhličitého vyprodukuje svíčka za 1 minutu hoření. Jaký objem by zaujímal tento plyn?

EXPERIMENT 4: MINCE V TALÍŘI S VODOU

Pomůcky: talíř, mince, sklenice, čajová svíčka, voda

Úkol:

- a) Vyndej minci z talíře, aniž by sis namočil prsty ☺
- b) Sestav aparaturu dle nákresu na tabuli. Pozoruj a pozorování zapiš a pokus se vysvětlit.

Pozorování:**EXPERIMENT 5: BUTANOVÉ DIVADLO:**

TENTO POKUS NIKDY NEPROVÁDĚJTE BEZ DOZORU DOSPĚLÉ OSOBY!!!

Pozoruj provedení experimentu. Pečlivě zaznamenej, co pozoruješ a pokus se vysvětlit. O jakých vlastnostech plynu pokus svědčí?

EXPERIMENT A: Přelévání plynu z jedné kádinky do druhé

EXPERIMENT B: Zapálení plynu na „skluzavce“

3.3. Řešení pracovního listu a náměty

EXPERIMENT 1: POROVNÁNÍ FYZIKÁLNÍCH A CHEMICKÝCH VLASTNOSTÍ ANORGANICKÉ A ORGANICKÉ LÁTKY

Pozorování:

Na základě pozorování s žáky diskutujeme rozdílné fyzikální a chemické vlastnosti anorganických a organických látek. Zdůrazníme, že rozdílné vlastnosti jsou dány především jejich rozdílnou strukturou. Rozdělení chemie na chemii anorganickou a organickou má tedy vážné důvody, které souvisejí s vnitřní stavbou anorganických a organických látek [75, 76]

Při sledování rozpouštění látek v různých rozpouštědlech, je vhodné žáky poučit:

„*Similia similibus solvuntur*“ = podobné v podobném rozpouštěj (stará poučka alchymistů, kteří si všimli, že látky se rozpouštějí v rozpouštědlech, která jsou jim chemicky příbuzná). Na tomto místě je vhodný přesah do praktického života – odstraňování mastných skvrn z oděvů, ...

EXPERIMENT 2: ZÁHADA PARAFÍNU

Pozorování: (Text převzat z [ýš].)

Jako domácí úlohu lze žákům zadat změření změny objemu vody při tuhnutí. Osvědčila se 20 ml injekční stříkačka, do které natáhneme 15 ml vody a vložíme do mrazáku (výstup pro nasazení jehly není nutno zatěsňovat). Stříkačka je z houževnatého plastu, takže ji led neroztáhne, zato ale posune píst stříkačky až ke značce 16 ml. To odpovídá nárůstu objemu o $1/15 = 7\%$ (přesnější hodnota je 8,3%).

Žáci většinou tuto vlastnost vody znají, netuší ale, že ostatní materiály se chovají opačně. Vhodnou demonstrací je použití vosku. Roztavíme vosk v zavařovací sklenici ponořené ve vařící vodě a nalijeme ho do zkumavky. Během tuhnutí se povrch vosku výrazně propadne dolů – jeho objem poklesl.

Podobně lze předvést plování látky na vlastní tavenině – do jedné skleničky nalijeme vodu a vhodíme kousek ledu – plove na hladině (to je ale vcelku známý fakt). Do

další skleničky nalijeme roztavený bílý vosk a vhodíme dovnitř kousek pevného barevného vosku – klesne ke dnu.

DÚ: Co je to parafín? Jaké je jeho využití a výroba?

Parafín (též parafin) je bílá v surovém stavu spíše nažloutlá až nahnědlá amorfni směs vyšších nasycených alifatických uhlovodíků (alkanů). Získává se při destilaci ropy nebo krystalizačním odparafinováním hnědouhelného dehtu, popřípadě se vyrábí katalytickou syntézou. Poprvé jej z dehtu izoloval Karel Ludwig von Reichenbach v Blansku v roce 1833. Bod tání se pohybuje od 42 °C (parafín měkký) do 65 °C (parafín tvrdý) i výše, bod varu zhruba 300°C. Parafín je směs pevných uhlovodíků řady C_nH_{2n+2} (s počtem uhlíků vyšším než 15).

Parafínu se využívá v mnoha odvětvích pro jeho snadnou tavitelnost a tvárnost, vodoodpudivost, termoizolační vlastnosti i energetickou využitelnost.

- výroba svíček - na svíčky se používá parafín s obsahem oleje do 2 %
- používá se jako nosič jedu do otrávených návnad pro hlodavce
- kosmetika – krémy, masti, rtěnky a líčidla
- lázeňství - zábaly
- výroba hydroizolačních či kluzných vosků, krémů lyžařských, automobilových, na obuv, štěpařských
- přesné odlévání kovů či jiných materiálů
- impregnace dřeva
- stavebnictví - injektáže do zdiva, impregnace stavebních prvků
- ochrana střeliva například dynamitových patron před vlhkostí
- zalévání do tkání při přípravě preparátu v histologii

Parafín se dodává buď ve formě šupinek, pecek anebo desek. Cena obyčejného parafínu se dlouhodobě pohybuje kolem 30 Kč/kg. Označení parafínu (např. 60/62 nebo 50/52) značí teplotu tání.

Teplota plamene svíčky nepostačuje na dokonalé spálení parafínu ani k úplnému spálení vznikajících rizikových látek jako je toluen nebo benzen. Dlouhodobé každodenní svícení parafínovými svíčkami je (zejména v uzavřeném prostoru a při nedostatečném větrání) rizikovým faktorem z hlediska onemocnění rakovinou nebo

astmatem. Používání (na výrobu svíček, pochodní či dýmovnic) včelího vosku je zdravotně mnohem příznivější. (Přejato a upraveno z [78].)

EXPERIMENT 3: SVÍČKA

Pozorování:

„Moderní“ svíčka hoří obvykle rychlostí 0,105 g/min. Vytváří množství světla odpovídající zhruba jedné jednotce lumen. Světelná účinnost je asi tisícina účinnosti žárovky. Barevná teplota světla je kolem 1200 °C. Nejteplejší je plamen nad tmavěmodrou částí po jedné straně plamene (kolem 1400 °C). Nicméně tato část plamene je velmi malá a uniká z ní tak málo tepelné energie. Teplota většiny plamene se pohybuje okolo 1000 °C.

Pokud se pokus povede, knot svíčky se zapálí od špejle na vzdálenost asi 2 cm. Tento fakt svědčí o přítomnosti „čeho si hořlavého“ mezi knotem a špejlí. Jde o páry parafínu. Proto je třeba plamen sfoukávat opatrně, aby jsme „neodfoukli“ i páry parafínu, které by se rozptýlily do okolí a pokus by nefungoval.

Při tomto pokusu se často objevuje otázka žáků: „Kam směřuje plamen svíčky ve stavu beztláče?“

Uvádím odpověď uveřejněnou v [79] s ilustračním obrázkem Obr. 18 z knihy [80]: Jakým směrem by hořel plamen svíčky nebo zápalky ve vesmíru ve stavu beztláče. Ptá se Karel Žaloudek. Odpovídá Antonín Vítek, chemik a expert na kosmonautiku z AV ČR (18. srpna 2007).

Do špičky protáhlý tvar plamene svíčky, zápalky nebo zapalovače je vytvářen na Zemi tím, že horké plyny vzniklé při hoření se nejdříve rozpínají všemi směry a posléze, protože jsou lehčí než okolní vzduch, stoupají vzhůru. Tím vzniká běžně známý obraz. V prostředí, kde působí tíže, v plynném i kapalném skupenství, se vždy lehčí látky pohybují směrem vzhůru a těžší naopak směrem dolů. Na tom je nakonec založeno i balonové létání a to jak při použití vodíkových či heliových balonů, tak teplovzdušných balonů.

Ve stavu dynamické beztíže tento jev neplatí. Proto při hoření – pokud zajistíme, že okolní atmosféra je v klidu (například neběží větrání vytvářející proudění vzduchu) platí jen to, že zahřátím plynů vzroste jejich tlak nad tlak okolních plynů. Proto se kolem hořícího více méně bodového předmětu, jakým je špička knotu svíčky, nebo hlavička sirky, vytvoří téměř ideální zářící koule (její symetrii narušuje jen hořící knot nebo sirka, nejsou to body, ale tenké válečky), viz Obr. 18. Dá se tedy říci, že v klidném vzduchu bude mít plamen tvar koule. Ale situace je ještě zajímavější. Na Zemi spaliny stoupají vzhůru a na jejich místo se z okolí směrem k hořícímu knotu nebo zápalce tlačí okolní chladný vzduch s kyslíkem, a proto hoření pokračuje. Ve stavu beztíže se však spalné plyny rozpínají na všechny strany a odtlačují čerstvý studený vzduch od knotu. Výsledkem je, že plamen velmi brzy zhasne.



Obr.18: Tvar plamene svíčky na Zemi v běžné gravitaci (vlevo) a ve stavu beztíže (vpravo) (Převzato z [80])

Otázka:

Co hoří „ve“ svíčce?

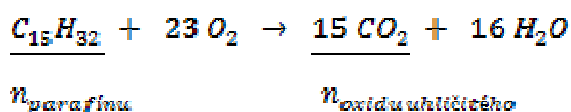
Knot saje hořlavý materiál z těla svíčky, který se teplem plamene svíčky taví. Na povrchu knotu se pak hořlavina odpařuje a hoří (neboli oxiduje). Spotřebováváním hořlaviny (spalováním paliva) se svíčka postupně zkracuje. „Moderní“ svíčky jsou vybaveny knotem, který se během hoření zkroutí do kraje plamene a tam uhořívá. U svíček užívaných v minulosti bylo třeba zbytky knotu odstříhovat.

Námět převzat a upraven do podoby pro chemii od RNDr. I. Dvořákové, Ph.D., projekt Heuréka [71].

DÚ: Urči, kolik gramů oxidu uhličitého vyprodukuje svíčka za 1 minutu hoření. Jaký objem by zaujímal tento plyn?

„Moderní“ svíčka hoří obvykle rychlostí 0,105 g/min. (Doba hoření čajové svíčky o váze 16g je mezi 4,5 a 5 hodinami.) Úbytek svíčky lze snadno získat vážením na laboratorních/kuchyňských vahách.

O svíčce předpokládáme, že je složena pouze z parafínu, který považujeme za látku tvořenou pouze uhlovodíkem s počtem uhlíků 15. Pro proces hoření pak můžeme zapsat rovnici:



Z látkové bilance rovnice plyne: $15 n_{\text{parafínu}} = n_{\text{oxidu}}$ a po dosazení vyjádření za látkové množství: $15 \frac{m_{\text{parafínu}}}{M_{\text{parafínu}}} = \frac{m_{\text{oxidu}}}{M_{\text{oxidu}}}$. A po vyjádření hmotnosti oxidu uhličitého

dostáváme: $m_{\text{oxidu}} = 15 m_{\text{parafínu}} \frac{M_{\text{oxidu}}}{M_{\text{parafínu}}}$ a analogicky pro objem:

$V_{\text{oxidu}} = 15 V_M \frac{m_{\text{parafínu}}}{M_{\text{parafínu}}}$. V tomto případě považujeme oxid uhličitý za ideální plyn,

V_M je molární objem.

Číselně: $m_{\text{oxidu}} = 15 \cdot 0,105 \cdot \frac{44}{212} \cong 0,33 \text{ g}$. $V_{\text{oxidu}} = 15 \cdot 22,4 \cdot \frac{0,105}{212} \cong 170 \text{ cm}^3$

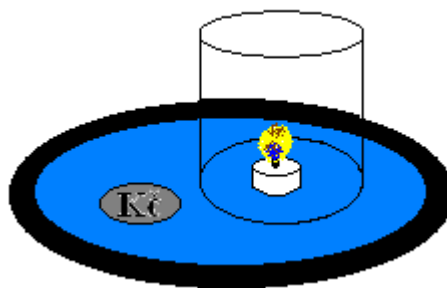
Svíčka vyprodukuje 0,33g oxidu uhličitého, což je za předpokladu ideálního chování plynu asi 170 ml.

EXPERIMENT 4: MINCE V TALÍŘI S VODOU

Pozorování:

Do mělkého talíře nalijeme vodu asi do výšky 3 mm a vhodíme do něj kovovou minci. Přidáme čajovou svíčku, kterou zapálíme a zakryjeme ji vysokou sklenicí/kádinkou, kterou položíme a přitlačíme na talíř (uspořádání a nákres na tabuli Obr. 19). Pozorujeme, že po krátkém čase svíčka zhasne a současně dochází k nasávání vody z talíře do sklenice. Většina voda z talíře je teď nasáta ve sklenici a minci můžeme vzít z talíře bez namočení rukou.

V okamžiku, kdy hoří svíčka, ji zakryjeme kádinkou. Dochází tak ke změně teploty vzduchu ve sklenici. Teplý vzduch stoupá a snaží se dostat ven z kádinky. Rozpíná se a částečně (pozorujeme bublinky) uniká přes vodu ven. Při zhasnutí svíčky dochází k ochlazení zbylého vzduchu ve sklenici, čímž vznikne podtlak a voda z talíře se začne nasávat do kádinky do doby, než dojde k vyrovnání tlaku s atmosférickým tlakem.



Obr. 19: Uspořádání experimentu s mincí v talíři

EXPERIMENT 5: BUTANOVÉ DIVADLO

EXPERIMENT A: Přelévání plynu z jedné kádinky do druhé

Pokus provedeme tak, že postavíme vedle sebe dvě velké stejné kádinky. Zapálíme špejli a do každé kádinky špejli vsuneme. Sledujeme, že se nic neděje. V kádince tedy není nic, co by hořelo. Do jedné z kádinek vstříkneme plyn (náplň do zapalovačů). Vsuneme špejli, obsah kádinky vzplane. Je tam tedy něco, co hoří. Po dohoření a vychlazení kádinky vstříkneme opět plyn a nyní ho opatrně „přeléváme“ do druhé kádinky. Vsuneme špejli do kádinky, ze které jsme plyn přelévali, nic se neděje. Vsuneme špejli do kádinky, do které jsme plyn vlévali, začne obsah hořet. Ukázali jsme, že plyn se dá přelévat.

Do kádinky vstříkujte přiměřené množství plynu. Je vhodné kádinku zakrýt rukou nebo petriho miskou, než její obsah zapálíme. Dávejte pozor, aby nikde v blízkosti nebyl otevřený oheň!!! Zvláště při přelévání pak může plyn, který utíká mimo kádinku, vzplanout! (Nelekněte se! Plyn ihned shoří, ale je třeba si na to dávat pozor, aby vás nebo žáky plamen neožehnul!).

EXPERIMENT B: Zapálení plynu na „skluzavce“

Připravíme si z alobalu skluzavku upevněnou do stojanu. Konec skluzavky je cca 5 cm na povrchem (viz Obr. 20). Pod konec skluzavky umístíme hořící čajovou svíčku. Do kádinky vstříkneme plyn a opatrně lejeme na druhém konci skluzavky. Plyn „stéká“ dolů, kde se o svíčku zapálí. V tu chvíli musíme uhnout rukou pryč. Vyšlehne velký plamen od svíčky směrem vzhůru (viz Obr. 21).



Obr. 21: Uspořádání a sestavení skluzavky pro experiment B (vlastní)



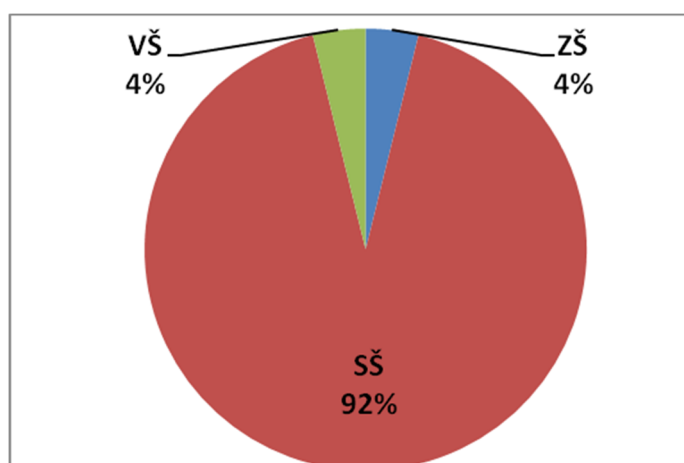
Obr. 22: Průběh experimentu B (vlastní)

Pokus provádíme s náplní do zapalovačů, kterou seženeme téměř v každé trafice. Žákům zopakujeme pojem *TEKUTINY* = kapaliny a plyny. Tekutiny, tj. lze je přelévát. Dále pokus ukazuje na další vlastnost butanu a to, že je těžší než vzduch.

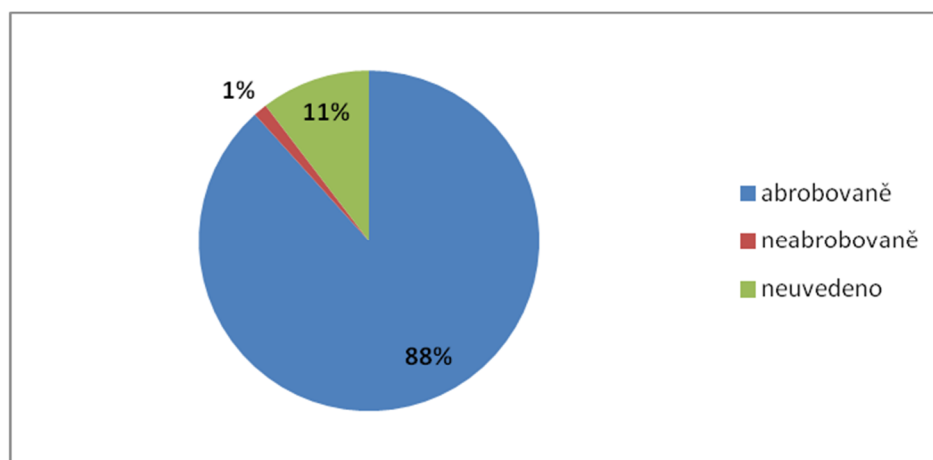
Žáky necháme napsat strukturní vzorec, sumární vzorec butanu a diskutujmr, co nám jednotlivé typy vzorců říkají.

4. VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO ŠETŘENÍ

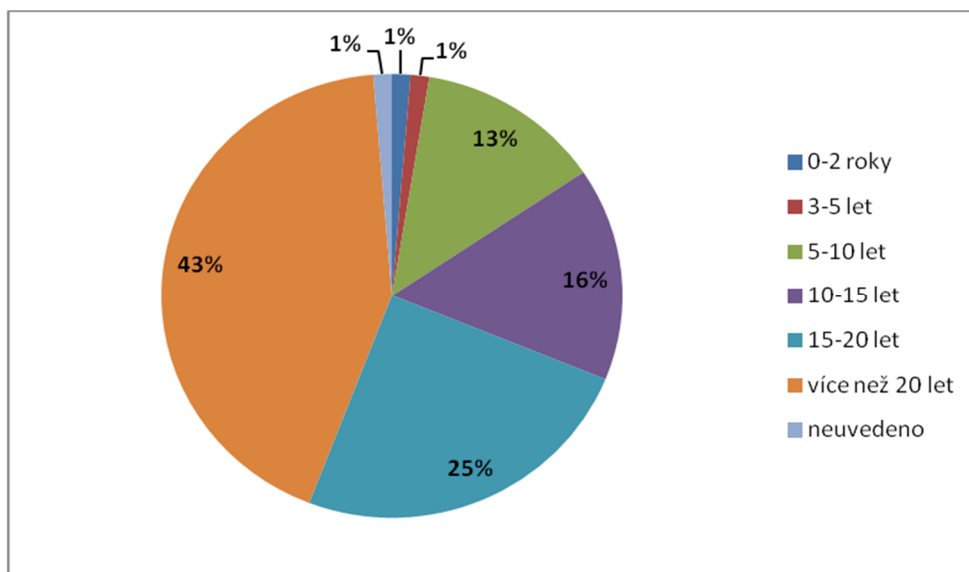
Na 25. Letní škole středoškolských profesorů chemie, konané dne 23.-25.8.2011 v Praze bylo mezi účastníky rozdáno **86** ks dotazníků, přičemž se vrátilo **77** ks (návratnost je **89,5 %**). Vzhledem k malému vzorku nebyla pro vyhodnocení použita žádná ze statistických metod. Výsledky jsou uvedeny jako poměrné části či procentuální zastoupení možných odpovědí. Přestože nejsou uvedeny spolehlivosti, výsledky průzkumu mohou být použity pro stanovení parametrů předpokládané konference. Získané informace jsou prezentovány v Grafech 1 – 15.



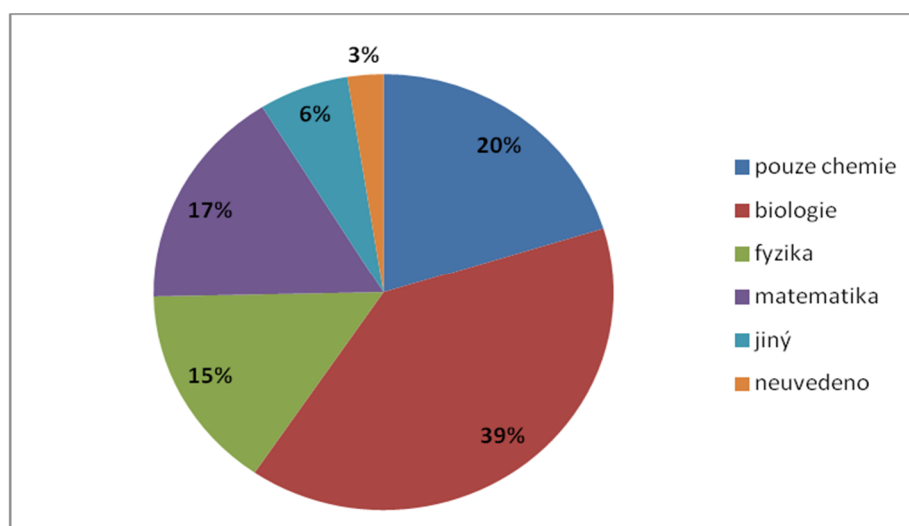
Graf 1. Na jaké škole učím



Graf 2. Typ školy, na které učím

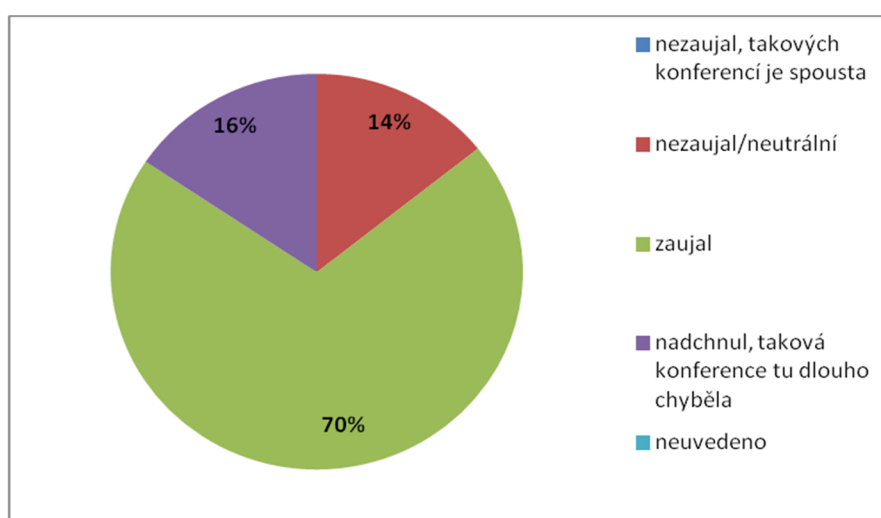


Graf 3. Délka praxe

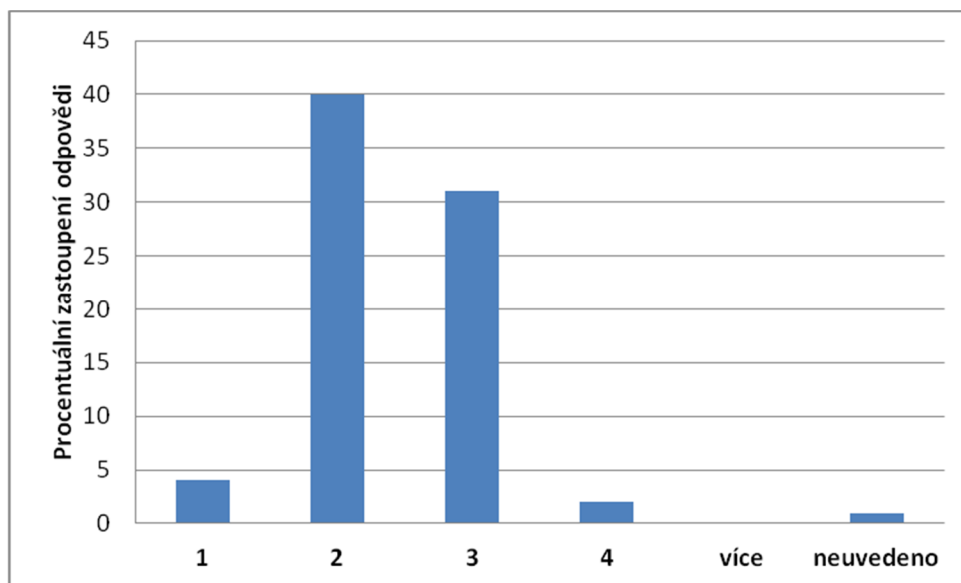


Graf 4. Další aprobační předmět

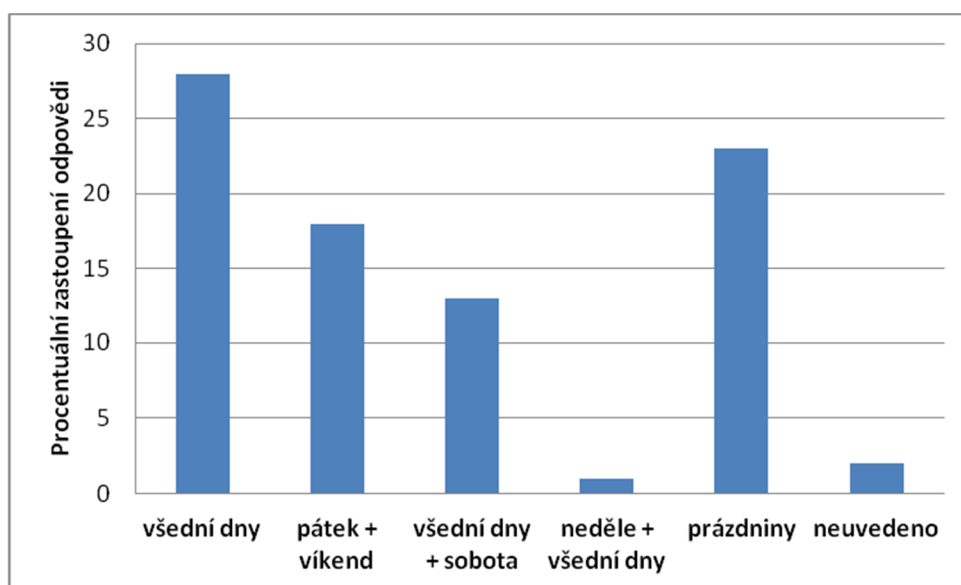
VYHODNOCENÍ DAT TÝKAJÍCÍCH SE ORGANIZACE KONFERENCE:



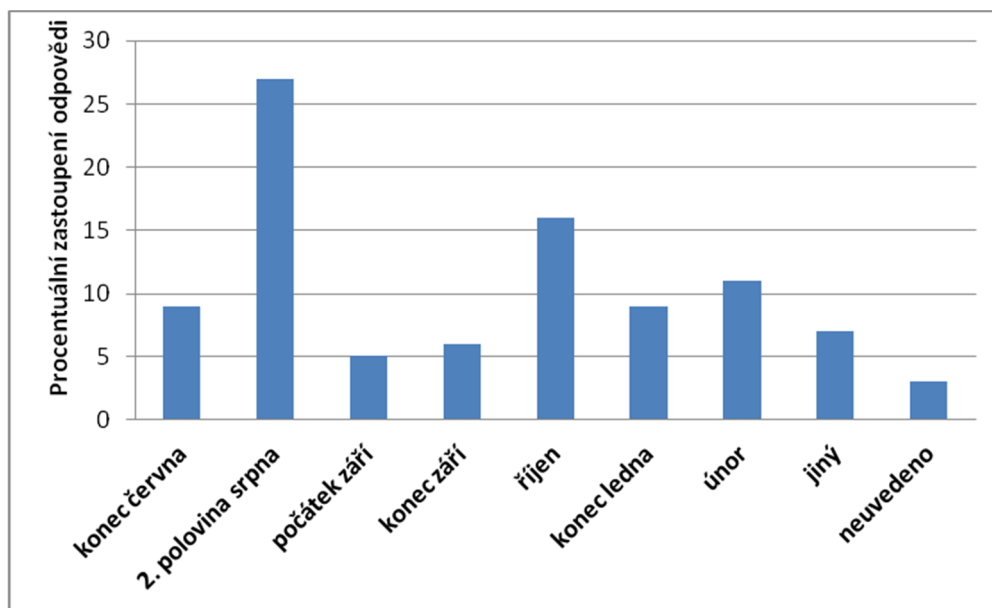
Graf 5. Jak učitele zaujal nápad konference učitelů chemie



Graf 6. Ideální délka trvání konference

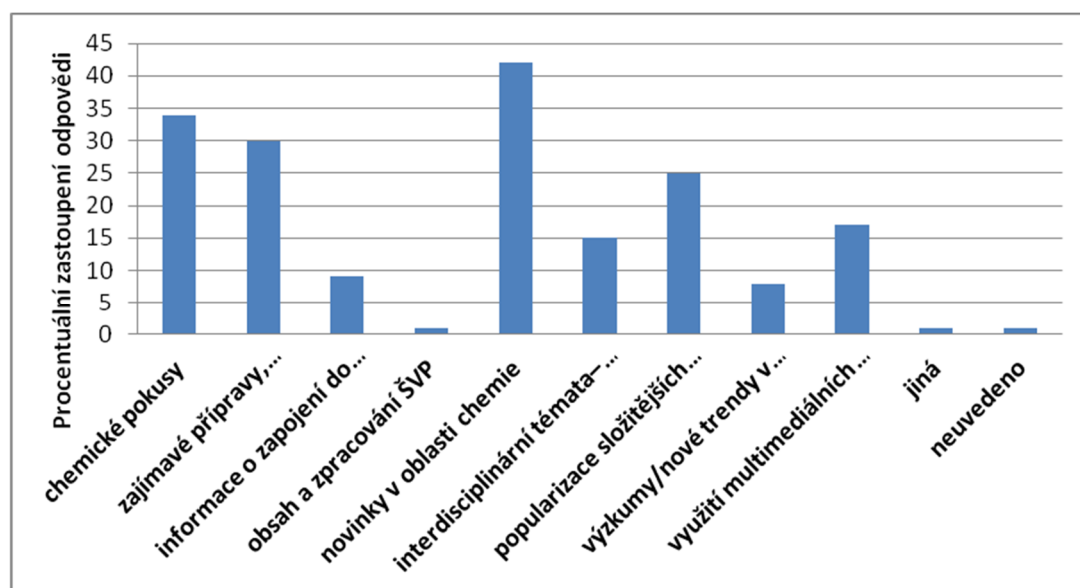


Graf 7. Ideální doba konání konference

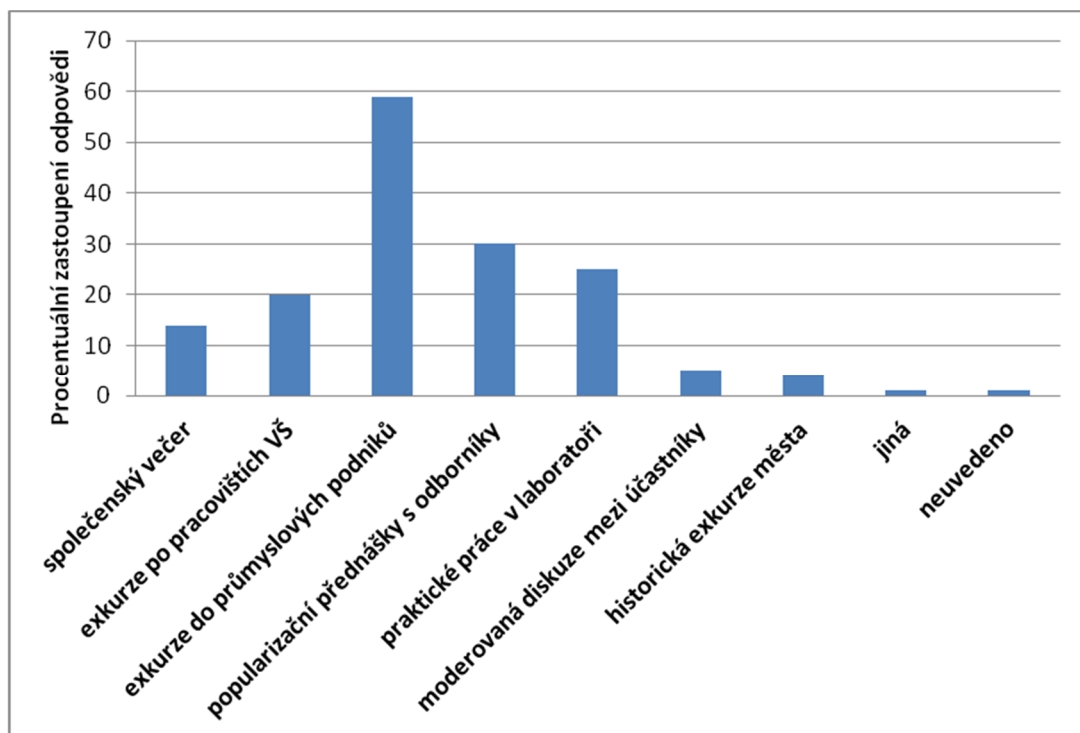


Graf 8. Ideální období konání konference

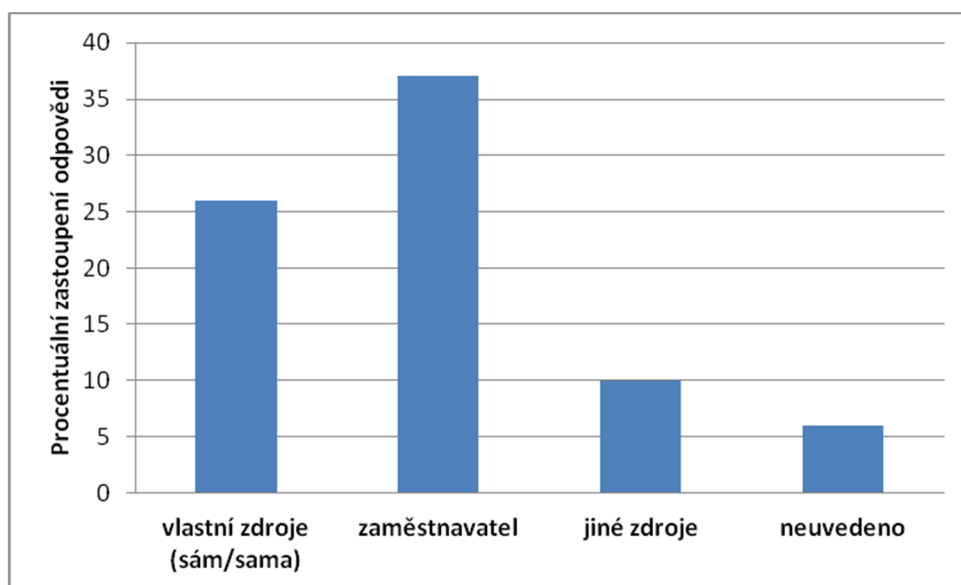
U odpovědi „Jiný“ se nejčastěji objevoval červenec.



Graf 9. Zaměření výběru témat konference

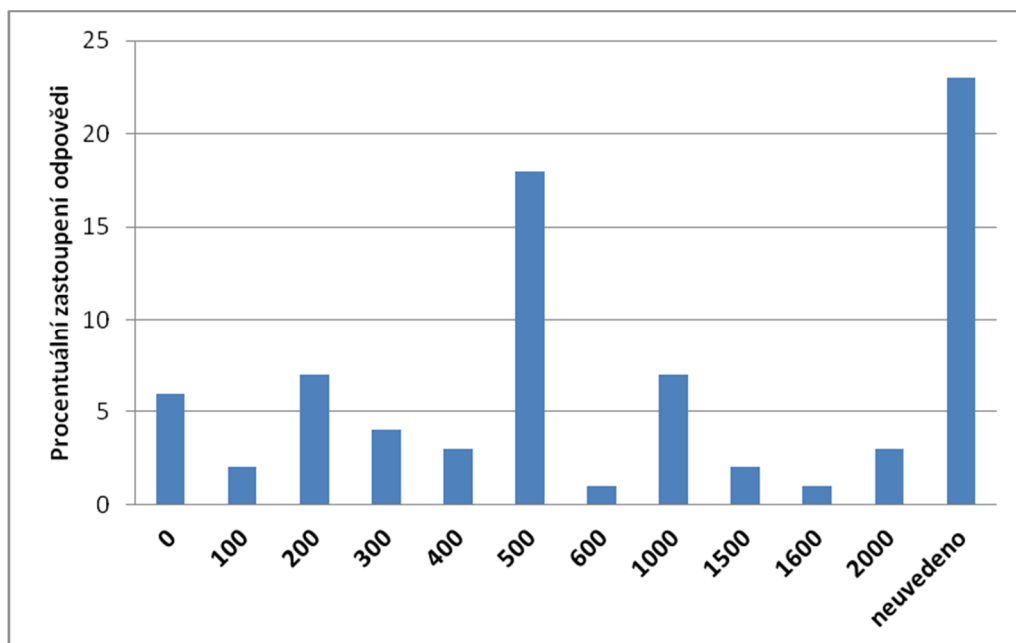


Graf 10. Doplňkové vhodné aktivity v rámci konference

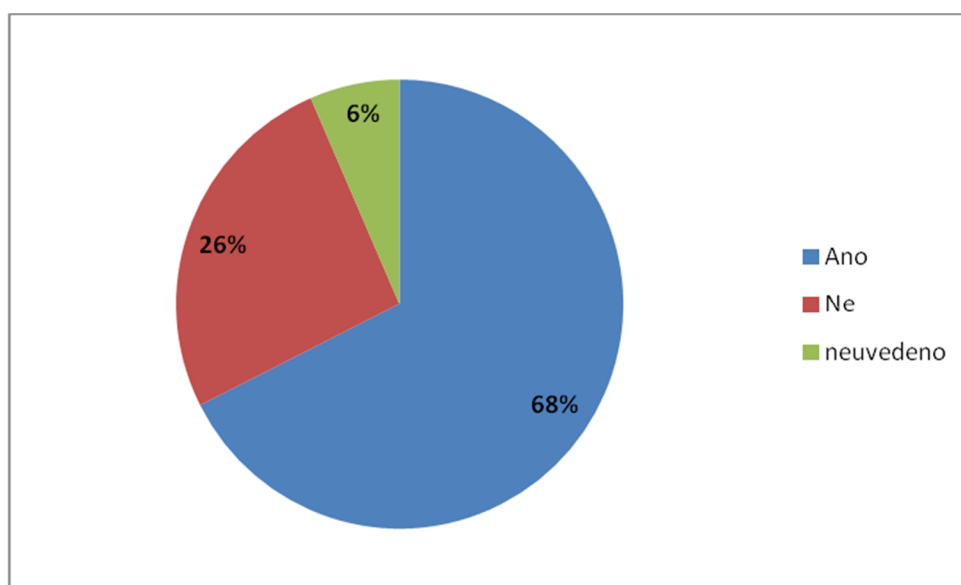


Graf 11. Pravděpodobný způsob úhrady konferenčního poplatku

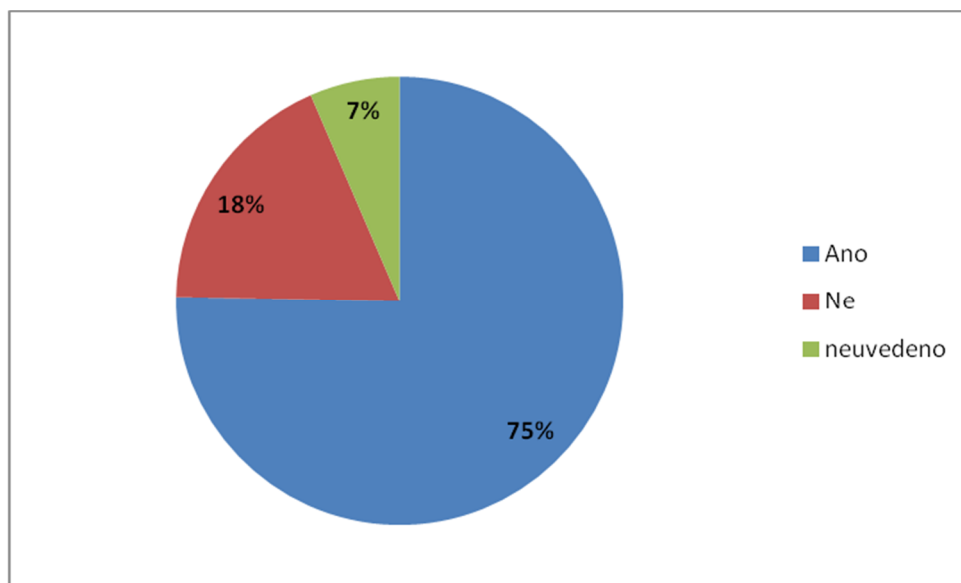
U odpovědi „Jiné zdroje“ se nejčastěji objevovaly grant, organizátor.



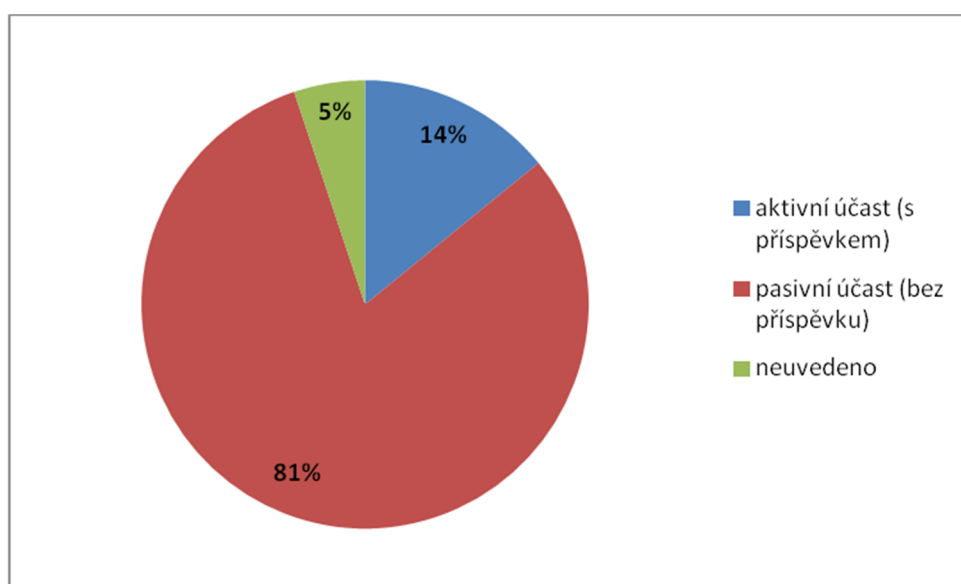
Graf 12. Přijatelná výše účastnického poplatku (v Kč)



Graf 13. Zájem o zajištění společného výhodného ubytování



Graf 14. Zájem o zajištění společného výhodného stravování



Graf 15. Preferovaný druh účasti

V. DISKUZE

1. PŘIPRAVENÉ MATERIÁLY

Na základě výzkumů [5] a [16], kde učitelé vyjadřovali svoje postoje k integrované výuce, vyplynulo, že 88 % dotázaných učitelů by dalo přednost zachování samostatných předmětů s větším důrazem na mezipředmětové vazby a se zaměřením na projektovou výuku. Většina z nich, a to 69 %, by navíc zařadila integrovanou výuku některých témat. Pro plnou integraci se vyslovilo pouze 12 % respondentů, což se ve shodě i s jinými výzkumy (Škody a Doulíka [13]). Ve výzkumu [16] uvedlo 81 % (21 z 26) učitelů, že by uvítalo kurzy (např. v rámci celoživotního vzdělávání)

zaměřené na integrovanou výuku vybraných témat. Co se týče představ o těchto kurzech, učitelé nejčastěji měli zájem o každoměsíční setkání, na kterých by mohli získat informace o námětech na projektovou výuku, o možnostech a způsobech výkladu integrování témat a o mezipředmětových vazbách. Přivítali by také praktické ukázky integrované výuky a setkání s učiteli, kteří integrovanou výuku realizují (příklady dobré praxe). Následně pak 69 % (18 z 26) respondentů uvedlo, že jim pro integrovanou výuku chybí dostatek materiálů. Učitelé by přivítali zejména náměty na projekty, pracovní listy, úlohy s mezipředmětovou tematikou, materiály pro interaktivní tabule a učebnice pro integrovanou výuku. Tento výsledek je v korespondenci i se závěry výzkumu Frýzkové [5]. Názor učitelů na integrovanou výuku též vystihuje výzkum, který realizovali na Katedře učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty UK Šíba a Klímová [91].

Z těchto důvodů byly připraveny materiály, které by posloužily učitelům jako podpora k integraci ve vzdělávání. Vzhledem k názoru, že by učitelé přivítali rozličné materiály, byl vytvořen jak materiál ryze teoretický, sloužící jako studijní podklad pro učitele nebo žáky s větším zájmem, tak materiál teoreticko-praktický, tak materiál pro praktickou činnost žáků. Při řízených diskuzích s učiteli (okolo 30

učitelů, přibližně půlka s aprobační chemie) bylo dáno najevo v první řadě časové hledisko, kdy by uvedená činnost neměla přesáhnout 2 vyučovací hodiny (90 minut). K tomuto bylo přihlédnuto a všechny materiály jsou koncipovány v základní formě na 2 vyučovací hodiny. Učitelé velice ocenili, že si mohli dané činnosti sami vyzkoušet a ztratit tak strach z transformace do výuky. Hledisko praktického semináře pro učitele tak přináší naději, že by učitelé mohli vytvořené materiály využívat. Z pozdějších zpětných vazeb můžeme říci, že někteří učitelé už je ve výuce využili. Učitelé na materiálech také ocenili, že činnosti je možné provést separovaně, tj. část ve výuce chemie a část ve výuce fyziky. Dochází tak k integraci díky stejnému obsahu vzdělávání. Při vyjadřování k náročnosti daných materiálů se učitelů jeví jako nejnáročnější materiál Vývoj vesmíru a vznik prvků, avšak považují téma za pro žáky zajímavé a vhodné do výuky. Naopak materiály Luminiscence a Struktura látek se jim zdají přiměřeně náročné, s tím, že Struktura látek je vhodná i pro transformaci pro nižší stupeň gymnázia či základní školu. Učitelé by uvítali další materiály vhodné pro výuku, avšak takové, které by mohli opět přímo využít a které by si mohli opět vyzkoušet nejdříve sami prakticky a dostali by k nim i odpovídající metodický materiál a komentář.

2. VELETRH NÁPADŮ UČITELŮ CHEMIE

Možnosti integrace byly podrobně rozepsány v Teoretické části diplomové práce. Avšak je možné hledat i inovátorské přístupy, které zmíněny nebyly. Jednou z možností je transformace fungujících systémů z jednoho oboru do jiného oborů. Následným propojením těchto systémů dochází skrze ně k integraci, v tomto případě stejnému postupu v dané oblasti, ovšem z různých pohledů. Jednou takovou transformací je založení konference pro učitele chemie po vzoru dlouho fungující konference v oblasti fyziky (Veletrh nápadů učitelů fyziky), a to Veletrhu nápadů učitelů chemie.

Nápad uspořádat konferenci pro učitele chemie se zrodil v autorově hlavě, když tehdy ještě jako student Gymnázia Boskovice dostal možnost se místo jeho paní profesorky fyziky účastnit konference pro středoškolské profesory nejen fyziky s názvem Veletrh nápadů učitelů fyziky 10 v roce 2005 v Praze [92]. Tehdy ho nadchnulo množství jednoduchých pokusů a nápadů, jak zpestřit výuku fyziky.

Velkým kladem je, že si nápady předávají převážně učitelé a prezentují tedy věci přímo ze školních hodin, ověřené praxí. Napadlo ho tedy, že by bylo úžasné, kdyby něco takového existovalo i pro učitele chemie. Nápad tehdy zapadnul, jelikož autor jako student střední školy neměl zázemí vysoké školy ani kontakty, pomocí nichž by konferenci zorganizoval. Uplynulo pár let a autor se dostal díky spolupráci s dr. Trnovou na soutěži „O pohár Heyrovského“ [93] na konferenci didaktiků chemie „Chemické vzdělávání v teorii a praxi“ konané v Plzni. Tam se hojně diskutovalo o potřebě oživení výuky chemie, předávání nápadů a ukázkou pokusů hlavně mezi učiteli chemie. Tam autor přednesl nápad a vizi, jak by si představoval takovou konferenci pro učitele chemie. Slovo dalo slovo a po velkých diskuzích se realizace nápadu ujmul zástupci kateder vysokých škol, a to dr. Trnová, doc. Solarová, prof. Čtrnáctová, prof. Bílek a dr. Koloros, coby zástupce učitelů. Následovala diskuze o koncepci, která vycházela z dotazníkového šetření, které autor realizoval v rámci diplomové práce, mezi učiteli Letní školy středoškolských profesorů chemie na VŠCHT v Praze a následné doladění parametrů konference. Ve dnech 12. a 13. října 2012 se uskutečnil první ročník konference Veletrh nápadů učitelů chemie. [94] Na Obr. 26 jsou účastníci 1. Veletrhu nápadů učitelů chemie.

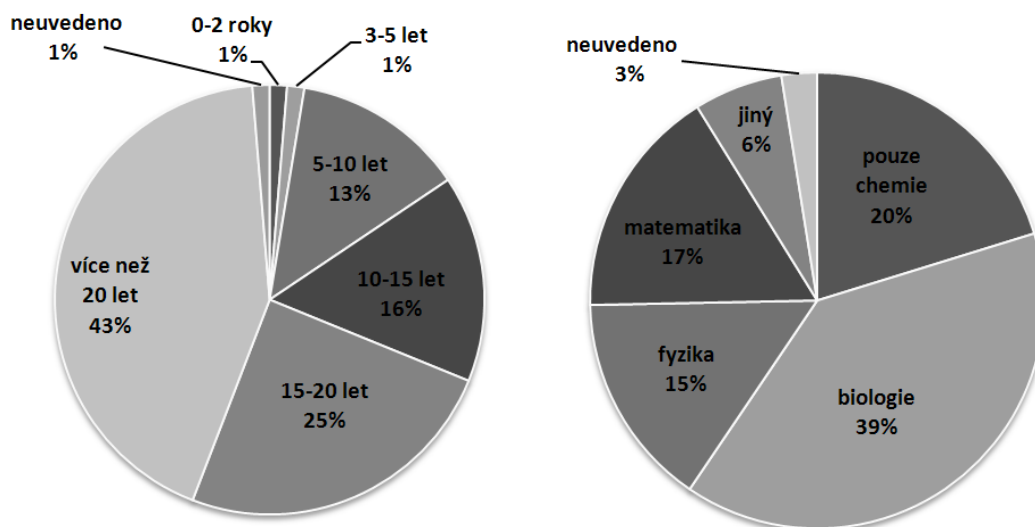


Obr. 26: Účastníci 1. Veletrhu nápadů učitelů chemie, Tábor.

Na počátku bylo třeba zjistit, zda mají učitelé o takovou akci vůbec zájem a jak by si ji sami představovali. K tomu posloužilo dotazníkové šetření, provedené při akci pro

středoškolské profesory. Letní škola středoškolských profesorů chemie se konala dne 23. - 25. 8. 2011 v Praze. Mezi účastníky bylo rozdáno 86 dotazníků, přičemž se vrátilo 77 (návratnost je 89,5%). Výsledky tohoto šetření byly publikovány v [94].

Vzorek respondentů lze charakterizovat zastoupením 92 % středoškolských profesorů, 4 % učitelů ze základních škol a 4 % vysokoškolských pedagogů. Z dotazníku vyplynulo, že 88 % dotázaných učí chemii aprobovaně, 1 % neaprobovaně a 11 % neuvedlo. Rozložení vzorku podle délky výuky chemie je zobrazena na Grafu 16, z něhož je patrné, že téměř polovina dotázaných učí chemii více než 20 let. Na Grafu 16 je dále uvedeno, jaký další předmět dotazovaní vyučují. Nejčastější aprobace je chemie s biologií, a to 39 %.

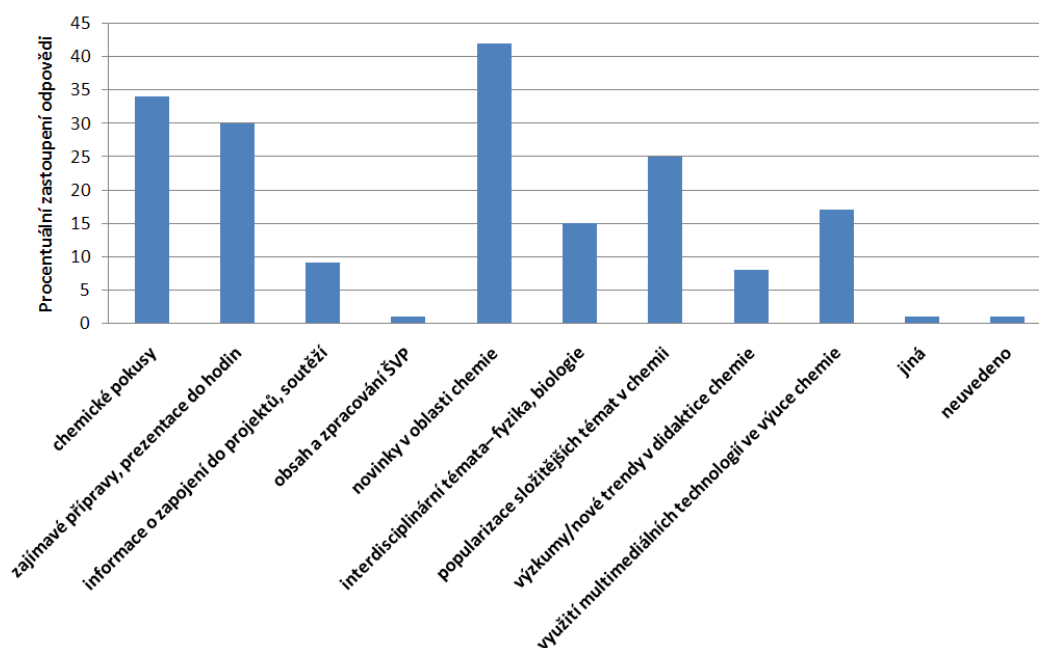


Graf 16. Délka praxe (vlevo) a další aprobační předmět (vpravo)

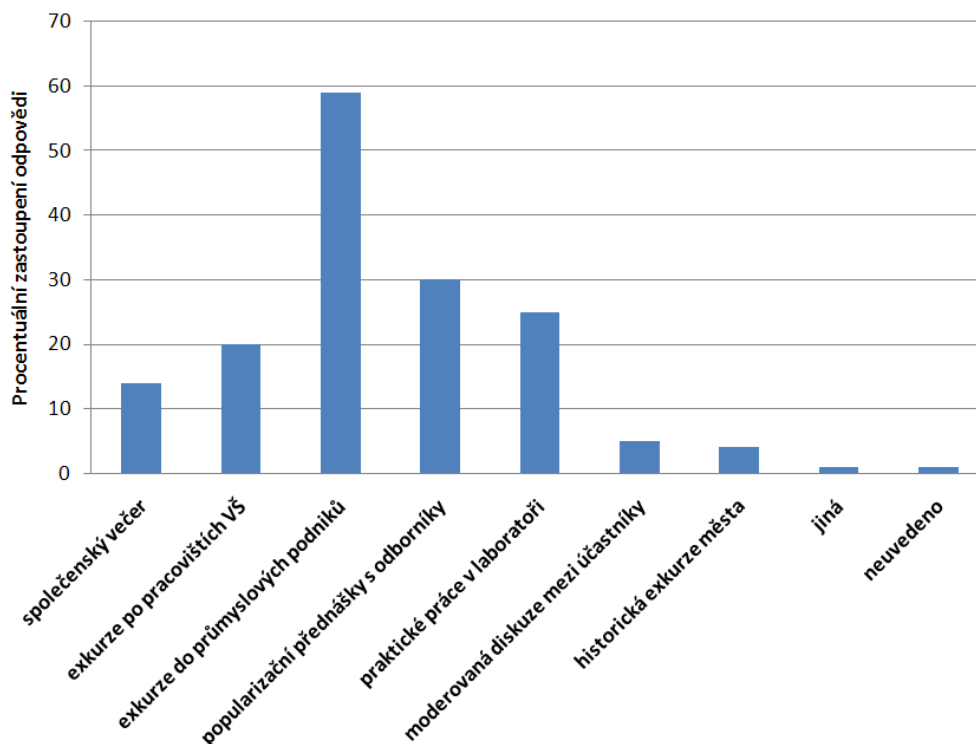
Z dotazníkového šetření vyplynulo, že 70 % dotázaných nápad uspořádat takovouto konferenci pro učitele vítá, 16 % je nápadem nadchnuto a 14 % se staví k nápadu neutrálně. Vhodná délka trvání konference by byla 2-3 dny (71 %). Ideální by bylo, kdyby konference probíhala v období druhé půlky srpna (27 %) nebo v říjnu (16 %), a to ve všedních dnech (28 %), o prázdninách (23 %), nebo v pátek a o víkendu (18 %).

V programu konference by se dotazovaní nejčastěji rádi dozvěděli o novinkách z chemie a získali náměty na pokusy a přípravy do hodin, jak je patrné z přehledu

uvedeném na Grafu 17. Jako další doprovodný program by dotazovaní rádi exkurzi do průmyslového podniku, přehled viz Graf 18.



Graf 17. Přehled preferencí programu konference



Graf 18. Přehled preferencí další náplně konference

S ohledem na dotazníkové šetření byl vytvořen program, který začíná 12. října v 10 hodin srazem v Táboře a pokračuje se exkurzí do podniku Silon a.s. v Plané nad Lužnicí. Součástí programu po oba dny byly semináře s prezentací příspěvků a výměnou zkušeností v oblasti výuky chemie jako všeobecně vzdělávacího předmětu na základních a středních školách. V doprovodném programu je zařazena historická exkurze po městě Tábor a kulturní společenský večer.

Veletrh je součástí kurzu „Chemie pro školy 21. století – nové poznatky a metody ve výuce chemie na ZŠ a SŠ“ akreditovaného MŠMT pod č.j. 3439/2011-25-130 ze dne 14.1.2011.

Z ohlasu přítomných učitelů a jejich nadšení se z Veletrhu nápadů učitelů chemie stala již tradice, která letos bude mít 3. ročník a věřme, že jich jednou bude tolik, kolik je jich u Veletrhu nápadů učitelů fyziky, kde se letos koná již 19. ročník. Že se Veletrh nápadů učitelů chemie stal místem sdílení a diskuzí svědčí otevření 3 oblastí, ve kterých bylo celkem 25 vystoupení. [95]

VI. ZÁVĚR

V rámci diplomové práce s názvem Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání byla provedena rešerše literárních zdrojů z relevantních časopisů vybraných podle Mareše a Honsnejmanové [47, 48] a doplněná i o další zdroje. Výsledky této rešerše jsou uvedeny v Příloze B – Seznam článků z domácích časopisů vztahujících se k tématu diplomové práce a metoda práce je popsána v kapitole Použité materiály a metody.

Na základě provedené rešerše byl dán pohled na mezioborovost a téma integrace ve výuce. Tímto pohledem se zabývá teoretická část diplomové práce, zvláště podkapitoly Paradigma interdisciplinarit ve vědě a Cesta k interdisciplinaritě ve vzdělávání. Další podkapitoly již dotváří celkovou představu o možnostech integrovaného přírodovědného vyučování a jeho integraci v ČR a Evropě.

V rámci praktické části diplomové práce byly vytvořeny a upraveny výukové materiály. Materiály byly upravovány dle potřeb učitelů, které byly zjištěny výzkumy [5], [10], [91] v oblasti integrované výuky. Vzhledem k výsledkům těchto výzkumů byly vytvořeny 3 rozličné materiály. Materiál s tématem *Vývoj vesmíru a vznik prvků* je spíše teoretickým textem uvozujícím učitele do problematiky. Jedná se tedy o materiál sloužící učitelům, případně nadaným studentům pro samostudium. Materiál s tématem *Luminiscence* je teoretický text, který je však doplněn nápady na možné demonstrační pokusy a je možné zařadit i samostatnou aktivitu žáků (výrobu UV lampičky). K tomuto materiálu je vytvořena i powerpointová prezentace a dodán obrazový materiál (viz příloha C, D). Materiál s tématem *Struktura látek* je určen pro praktickou aktivitu a samostatné bádání žáků. Uvedené materiály byly prakticky odzkoušené na vzorku učitelů v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi a také v rámci Regionální dílny na téma mezioborové vztahy v Praze, projekt Heuréka. V rámci řízené diskuze byly zapracovány připomínky učitelů. Uvedené materiály byly

publikovány v odborných periodikách. Přehled autorových publikací vztahujících se k diplomové práci uvádíme v Příloze A – Přehled publikací. Materiály byly též vyzkoušeny ve výuce s žáky, a to na Mensa gymnáziu v Praze a na Gymnáziu v Boskovicích.

V rámci práce na diplomové práci a spolupráci v rámci chemie a fyziky byl dán podnět k založení obdobné konference, mající tradici v oblasti fyziky (Veletrh nápadů učitelů fyziky), v oblasti chemie (Veletrh nápadů učitelů chemie). Vzhledem k nutnosti zjistit zájem a parametry plánované konference, byl vytvořen dotazník (uveden v příloze C – Dotazník konference/workshop učitelů chemie) a bylo provedeno dotazníkové šetření mezi potenciálními zájemci z řad vyučujících chemie, a to na akci 25. Letní škola středoškolských profesorů chemie konané v Praze. Z vyhodnocení získaných dat byl organizátory z řad vedoucích hlavních kateder didaktiky chemie v České republice (prof. Čtrnáctová, prof. Bílek, dr. Trnová, doc. Solárová a dr. Koloros) vytvořen koncept uvedené konference. Výsledky šetření byly publikovány na odborné konferenci [94]. O zdaru tohoto úkolu svědčí letos pořádaný již 3. ročník Veletrhu nápadů učitelů chemie a dle ohlasů učitelů se zdá, že bude mít dlouhou tradici podobně jako Veletrh nápadů učitelů chemie, letos 19. ročník.

Můžeme tedy konstatovat, že všechny vytyčené cíle diplomové práce byly splněny a věříme, že uvedená práce bude mít přínos jak v pohledu na interdisciplinaritu, tak z hlediska vytvořených materiálů, které pomohou učitelům v běžné výuce.

Po obhájení diplomové práce je plánováno další pokračování v tvorbě materiálů pro učitele a zveřejnění stávajících materiálů nejen v odborných časopisech, ale též na osobní stránce autora, případně na portálu Přírodovědecké fakulty UK na podporu výuky chemie na ZŠ a SŠ – www.studiumchemie.cz – v sekci výukové materiály. Materiály jsou také plně k dispozici učitelům, kteří se účastnili výše zmíněných školení, případně je lze nalézt ve zmíněných publikacích.

Diplomová práce Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání snad přispěje k realizaci integrace skrze mezipředmětové vztahy chemie a fyziky, což se prozatím jeví jako jediná rozumná možnost integrace v našich podmínkách,

kde stále přetrvává dlouholetá tradice samostatných až izolovaných přírodovědných předmětů.

Jednou z důležitých podmínek funkční integrace je kvalifikovaný učitel. Na tomto místě může napomoci diplomová práce dostat do povědomí učitelů a potažmo jejich žáků, že i v dnešní době je možné studovat také učitelství kombinace chemie – fyzika, a to na Katedře učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze ve spolupráci s Katedrou didaktiky fyziky na Matematicko-fyzikální fakultě téže univerzity. Aprobace, která kdysi byla poměrně běžná, je dnes spíše vzácností.

VI. LITERATURA

- [1] ŠVP Menza gymnasium
Školní vzdělávací program pro gymnázia. In: Mensa gymnázium.
[online]. Praha: Mensa gymnázium, 2013 [cit. 2014-08-20]. Dostupné z:
<http://www.mensagymnazium.cz/>
- [2] VLČEK, V. Současné tendence v integrovaném vyučování přírodních věd.
Pokroky matematiky, fyziky a astronomie. 1981, roč. 26, č. 5, s. 288 – 292.
- [3] CÍDLOVÁ, H., E. MUSILOVÁ a M. PETRŮ. *Ve dvou se to lépe táhne: chemie – zeměpis* [online]. 2012 [cit. 2014-08-20]. ISBN 978-80-210-5785-2. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/ps11/chem_zem/web/index.html
- [4] LEPIL, O. A E. SVOBODA. *Příručka pro učitele fyziky na střední škole*. Praha: Prometheus, 2007. ISBN: 978-80-7196-328-8.
- [5] FRÝZKOVÁ, M. Integrace učiva ve školních vzdělávacích programech se zaměřením na výuku chemie [Část 1.]. *Komenský : Časopis pro učitele základní školy*. 2006/07, roč. 131, č. 4, s. 26–30.
- [6] SPOUSTA, V. Interdisciplinarita a mezioborové vztahy se zřetelem k uměnovýchovným předmětům. In: *Sborník prací Filosofické fakulty brněnské university. Roč. XLVI, řada pedagogická (U), č. 2, 1997*. Brno: Masarykova univerzita, 1998, s. 49–64. ISBN 80-210-1753-8.
- [7] JANTSCH, E. *Die Selbstorganisation des Universums*. Hansen Verlag, 1979.
- [8] KUHN, T. *Struktura vědecké revoluce*. Praha, 1962.
- [9] ŠKODA, J. a P. DOULÍK. Vývoj paradigmát přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44.
- [10] BERNAL, J. D. *Věda v dějinách*. Praha, Státní nakladatelství politické literatury, 1960.
- [11] DeHARD HURD, S. Modernizing science education. *Journal of Research in Science Teaching*. 2002, roč. 39, č. 1, s. 3–9
- [12] PINTÓ, R. Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*. 2005, roč. 89, č. 1, s. 1–12.
- [13] ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Acta Universitatis Purkynianae č. 106. Studia paedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2005. 210 s. ISBN 80-7044-696-X.
- [14] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 3. rozšířené a aktualizované vydání. Praha: Portál, 2001. ISBN 80–7178–252–1.
- [15] PODROUŽEK, L. *Integrovaná výuka za základní škole*. Plzeň: Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1
- [16] HEJNOVÁ, E. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích - minulost a současnost. *Scientia in educatione*. 2011, roč. 2, č. 2, s. 77–90.

- [17] KOVALIKOVÁ, S. *Integrovaná tematická výuka*. Kroměříž: Spirála, 1995. ISBN 80-9018-731-5. s. 304.
- [18] LEPIL, O. Jsou projekty integrované přírodovědy cestou vývoje fyzikálního vzdělávání v 21. století? In: *Projekty v teorii a praxi vyučování fyzice*. Univerzita Palackého, Olomouc 2005, s. 32 – 38. ISBN 80-244-1180-6.
- [19] JANÁS, J. *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Brno : UJEP, 1985.
- [20] SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.
- [21] NIEURZYŁA, E. Kształcenie zintegrowane. In *Integrované vyučování jako nová kvalita ve vyučování vzhledem k RVP*. Český Těšín: Pedagogické centrum, 2002.
- [22] DYKA, F. Nowy model edukacji wczesnoszkolnej. *Edukacja i dialog*, 2002, č. 2.
- [23] KOTÁSEK, J. et al. *Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha*. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 2001. ISBN 80-211-0372-8.
- [24] *Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR* [online]. 2006, [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <<http://www.msmt.cz/dokumenty/uplne-zneni-zakona-c-561-2004-sb>>.
- [25] BALADA, J. et al. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [26] SVOBODA, E. a R. KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy – Vybrané kapitoly*. Praha: Univerzita Karlova v Praze – Nakladatelství Karolinum, 2006. ISBN: 80-246-1181-3.
- [27] ŠÍBA, M. *Integrovaná přírodovědná výuka a historie přírodních věd v chemickém vzdělávání*. Praha, 2013. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta
- [28] KOLEKTIV. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou* [online]. Praha: VÚP 2007. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf
- [29] KOL. AUT. *Vzdělávací program Základní škola*. Praha: Fortuna, 1996.
- [30] KOL. AUT. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP, 2004.
- [31] CAMPBELL, B., LUBBEN, F. Learning science through context: helping pupils make sense of everyday situations, *International Journal of Science Education*, 2000, roč. 22, č. 3, s. 239–252. ISSN 0950-0693.]
- [32] van DRIEL, J. H., BEIJAARD, D., VERLOOP, N. Professional development and reform in science education: The role of Teacher's practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 2001, vol. 38, č. 1, s. 137–158. ISSN 0022-4308.
- [33] ROTH, W.-M. Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 2001, vol. 38, č. 5, s. 768–790. ISSN 0022-4308.
- [34] HOFSTEIN, A., LUNETTA, V., N. The laboratory in science education: Foundation for the twenty-first century, *Science Education*, 2004, roč. 88, č. 1, s. 28–54. ISSN 0036-8326.
- [35] ŽOLDOŠOVÁ, K., HELD, L., KIRCHMAYEROVÁ, J., KVASNIČÁK, R., PROKOP, P. *Přírodovědné vzdelávanie v teréne*. Trnava: PedF TU, 2004. ISBN 80-89074-81-2.
- [36] SCHNEIDER, R. M., KRAJCIK, J., MARX, R. W., SOLOWAY, E. Performance of students in project-based science classrooms on a national

- measure of science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 2002, roč. 39, č. 4. s. 410–422. ISSN 0022–4308.
- [37] KOL. AUT. *Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání. Pilotní verze*. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2004. s. 23–36.
- [38] ELKIND, D. Educational Research and the Science of Education. *Educational Psychology Review*, 1999, roč. 11, č. 3, s. 271–287. ISSN 1040–726X.
- [39] CHINN, C. A., MALHORTA, B. A. Epistemologically Authentic Inquiry in Schools. *Science Education*, 2002, roč. 86, č. 1, s. 175–218. ISSN 0036–8326.
- [40] ABD-EL-KHALICK, F., ET AL. Inquiry in science education. *Science Education*, 2003, roč. 87, č. 2, s. 397–419. ISSN 0036–8326.
- [41] KEKULE, M., ŽÁK, V. Postoje žáků k výuce fyziky v České republice – vybrané výsledky. *Scientia in educatione*, 2010, roč. 1, č. 1, s. 51–71. ISSN 1804-7106.
- [42] PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL, J. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009. Umíme ještě číst?* Praha : ÚIV – Tauris, 2010. 51 s. ISBN 978-80-211-0608-6.
- [43] HELD, I. Konfrontácia koncepcií prírodovedného vzdelávania v Európe. In *Scientia in educatione*, 2011, roč. 2, č. 1, s. 69–79. ISSN 1804-7106.
- [44] PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 2010, roč. 1, č. 1, s. 33–49. ISSN 1804-7106.
- [45] NEZVALOVÁ, D. a kol. Badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání. In *Inovace v přírodovědném vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc: UP, 2010, kapitola 3, s. 55–67. ISBN 978-80-2540-5.
- [46] The Information Database on Education Systems in Europe. [online] Dostupné: <http://www.eurydice.org/Eurybase/Application/eurybase.htm> [cit. 20. 5. 2005]
- [47] Mareš, J. a I. Honsnejmanová. Diskuse o pedagogických časopisech v České republice. *Pedagogická orientace*. 2011, roč. 21, č. 1, s. 104 – 113.
- [48] Mareš, J. a I. Honsnejmanová. Diskuse o pedagogických časopisech v České republice. *Pedagogika*. 2011, roč. 61, č. 1, s. 78 – 84.
- [49] FENWICK, J.-L. *Sedm geniálních kousků paní Velkotřeskové*. Praha: Knižní klub, 2012. ISBN 978-80-242-3421-2
- [50] ŠOLC, M. a kol. *Fyzika hvězd a vesmíru*. SPN, 1985.
- [51] KLECZEK, J. *Vesmír kolem nás*. Albatros, 1986.
- [52] VANÝSEK, V. *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, 1980.
- [53] KIPPENHAHN, R. *Odhalená tajemství Slunce*. Mladá fronta, 1999. ISBN 80-204-0805-3
- [54] KLECZEK, J. *Nitro hvězd*. Nakladatelství československé akademie věd, 1957.
- [55] FIŠNER, J., PALOUŠ, R. *Chemie*. SNTL, 1967.
- [56] Projekt Heuréka. *Projekt Heuréka* [online]. [cit. 2011-12-02]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [57] KONEČNÝ, M. **Co je to luminiscence?**. In *Dílky Heuréky 2009-2010 : Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha : Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-424-7.

- [58] KONEČNÝ, M.: Co je to luminiscence?. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 13 : sborník z konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2008. s. 76-84. ISBN 978-80-7043-728-5.
- [59] KONEČNÝ, M. Záhada lightsticku aneb luminiscence v hodinách chemie. URBANOVÁ, K. et al. *Teoretická chemie prakticky*. Praha: P3K, 2012, ISBN 9788087186794. s. 50–59.
- [60] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Luminiscence#Vyu.C5.BEit.C3.AD> [online]. [cit 2009-08-22]
- [61] <http://www.meredit.cz/content/view/241/27/> [online]. [cit 2009-08-23]
- [62] http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/13_act/13_act.htm [online]. [cit 2009-08-23]
- [63] <http://projekt-cl.ujep.cz/> [online]. [cit 2009-08-24]
- [64] <http://www.gymfry.cz/zmp0506/jediny/pokus.html> [online]. [cit 2009-08-24]
- [65] <http://chemiluminiscence.xf.cz/index.php> [online]. [cit 2009-08-2]
- [66] <http://www.chempok.wz.cz/> [online]. [cit 2009-08-2]
- [67] http://www.bbc.co.uk/czech/scitech/story/2006/01/060112_fluorescent_pigs_1745.shtml [online]. [cit 2009-09-2]
- [68] <http://www.puppets.cz/cz-verze/fotogalerie-vystavy/fotogalerie-luminiscencni-divadlo.htm> [online]. [cit 2009-09-3]
- [69] KONEČNÝ, M. **Pokusem k úvodu do organické chemie**. URBANOVÁ, K. et al. *Teoretická chemie prakticky*. Praha: P3K, 2012, ISBN 9788087186794. s. 41–49.
- [70] Projekt Heuréka. *Projekt Heuréka* [online]. [cit. 2011-12-02]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [71] DVOŘÁKOVÁ, I.; DVOŘÁK, L. *What Is the Wick in the Candle For? – An Example of the Methodological Sequence in the “Eureka” Project*. In: *Memorias del XVII Taller International Nuevas Tendencias en la Spenanza de la Física*, 2010. Puebla, Mexiko.
- [72] Piskač, V.: *Led – přítel fyziky* [online]. 2005 [cit. 2011-05-31]. In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 10*. Dostupné z WWW: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_10/10_01_Piskac.html.
- [73] SVOBODA, Emanuel; KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Didaktika fyziky základní a s třední školy : Vybrané kapitoly*. Praha : Karolinum, 2006. 230 s.
- [74] ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Učební úlohy v chemii : 1. díl*. Praha : Karolinum, 2009. 87 s.
- [75] HOFMANN, V., et al. *Didaktika chemie*. Praha : SPN, 1971. 373 s.

- [76] PACHMAN, Eduard, et al. *Speciální didaktika chemie*. Praha : SPN, 1986. 350 s.
- [77] *Parafin - Wikipedie* [online]. 2011 [cit. 2011-05-31]. Cs.wikipedia.org. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Paraf%C3%ADn>>.
- [78] *Kam směřuje plamen svíčky ve stavu beztláku?* [online]. 18.8.2007 [cit. 2011-05-31]. Lidovky.cz. Dostupné z WWW: <http://epaper.lidovky.cz/elektronicke-predplatne/aktualni-cislo?c=A070818_000128_ln_noviny_sko&klic=220955&mes=070818_0>.
- [79] SHAW, ANDREW M. *Astrochemistry: from astronomy to astrobiology*. England: John Wiley & Sons Ltd , 2006. ISBN 978-0-470-09136-3.
- [80] KONEČNÝ, M. Pokusem k úvodu do organické chemie. URBANOVÁ, K. et al. Teoretická chemie prakticky. Praha: P3K, 2012, ISBN 9788087186794. s. 41–49.
- [81] Projekt Heuréka. *Projekt Heuréka* [online]. [cit. 2011-12-02]. Dostupné z: <http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>
- [82] DVOŘÁKOVÁ, I.; DVOŘÁK, L. *What Is the Wick in the Candle For? – An Example of the Methodological Sequence in the “Eureka” Project*. In: Memorias del XVII Taller International Nuevas Tendencias en la Spenanza de la Física, 2010. Puebla, Mexiko.
- [83] Piskač, V.: *Led – přítel fyziky* [online]. 2005 [cit. 2011-05-31]. In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 10. Dostupné z WWW: <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/Veletrh_10/10_01_Piskac.html>.
- [84] SVOBODA, Emanuel; KOLÁŘOVÁ, Růžena. *Didaktika fyziky základní a s střední školy : Vybrané kapitoly*. Praha : Karolinum, 2006. 230 s.
- [85] ČTRNÁCTOVÁ, Hana. *Učební úlohy v chemii : 1. díl*. Praha : Karolinum, 2009. 87 s.
- [86] HOFMANN, V., et al. *Didaktika chemie*. Praha : SPN, 1971. 373 s.
- [87] PACHMAN, Eduard, et al. *Speciální didaktika chemie*. Praha : SPN, 1986. 350 s.
- [88] *Parafin - Wikipedie* [online]. 2011 [cit. 2011-05-31]. Cs.wikipedia.org. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Paraf%C3%ADn>>.
- [89] *Kam směřuje plamen svíčky ve stavu beztláku?* [online]. 18.8.2007 [cit. 2011-05-31]. Lidovky.cz. Dostupné z WWW: <http://epaper.lidovky.cz/elektronicke-predplatne/aktualni-cislo?c=A070818_000128_ln_noviny_sko&klic=220955&mes=070818_0>.
- [90] SHAW, ANDREW M. *Astrochemistry: from astronomy to astrobiology*. England: John Wiley & Sons Ltd , 2006. ISBN 978-0-470-09136-3.
- [91] ŠÍBA, M. a H. KLÍMOVÁ. Integrovaná výuka ve vzdělávání v chemii. In: 8. ročník mezinárodní konference Alternativní metody výuky 2010. Hradec Králové: Gaudeamus, 2010, s. 47.
- [92] *Veletrh nápadů učitelů fyziky 10* [online]. [cit. 2012-08-24]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/2005/index_cz.php
- [93] *O POHÁR HEYROVSKÉHO* [online]. [cit. 2012-08-24]. Dostupné z: <http://www.heyrovsky.ic.cz/>
- [94] KONEČNÝ, M., H. ČTRNÁCTOVÁ, P. KOLOROS, M. SOLAROVÁ a E. TRNOVÁ. **Veletrh nápadů učitelů chemie**. In: *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied: Zborník z medzinárodnej konferencie Smolenice 15. - 17. október 2012*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2012. ISBN 978-80-8082-541-6. s. 352 – 356
- [95] BÍLEK, M., H. ČTRNÁCTOVÁ a P. KOLOROS. *Veletrh nápadů učitelů chemie 2013. Biologie-chemie-zeměpis*. 2014, roč. 23, č. 1, ISSN 1210-3349. s. 77-78.

PŘÍLOHY

A – Přehled publikací

1) Kapitola v monografii:

KONEČNÝ, M. **Záhada lightsticku aneb luminiscence v hodinách chemie.** URBANOVÁ, K. et al. *Teoretická chemie prakticky*. Praha: P3K, 2012, ISBN 9788087186794. s. 50–59.

KONEČNÝ, M. **Pokusem k úvodu do organické chemie.** URBANOVÁ, K. et al. *Teoretická chemie prakticky*. Praha: P3K, 2012, ISBN 9788087186794. s. 41–49.

2) Článek v recenzovaném časopise:

KONEČNÝ, M., E. TRNOVÁ a P. KOLOROS. **Veletrh nápadů učitelů chemie.** *Komenský, odborný časopis pro učitele základní školy*, Brno: PdF MU, 2012, roč. 137, č. 2, ISSN 0323-0449.

KONEČNÝ, M. a E. TRNOVÁ. **Jak posilovat zájem žáků o chemii na ZŠ.** *Biologie-chemie-zeměpis*. 2011, 20, 3x, ISSN 1210-3349. s. 79–83.

2) Příspěvek v recenzovaném sborníku:

KONEČNÝ, M., H. ČTRNÁCTOVÁ, P. KOLOROS, M. SOLAROVÁ a E. TRNOVÁ. **Veletrh nápadů učitelů chemie.** In: *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodných vied: Zborník z medzinárodnej konferencie Smolenice 15. - 17. október 2012*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2012. ISBN 978-80-8082-541-6. s. 352 – 356.

KONEČNÝ, M.; DIAN, J. **Porézni křemík a cesta k senzorům chemických látek (elektronické nosy).** In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5: Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti*. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2011. ISBN 978-80-261-0030-0, s. 126-131.

KONEČNÝ, M. **Co je to luminiscence?.** In: *Dílny Heuréky 2009-2010: Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha : Prometheus, 2011. ISBN 978-80-7196-424-7. s. 64-76.

KOUDELKOVÁ, V., M. KONEČNÝ a Z. POLÁK. **Pár věcí z tábora, tentokrát na téma Voda – základ života.** In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 15: sborník z konference.* Praha : Univerzita Karlova v Praze, 2010. ISBN 978-80-7169-417-9. s. 108–115.

KONEČNÝ, M. **Co je to luminiscence?** In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 13: sborník z konference.* Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2008. ISBN 978-80-7043-728-5. s. 76–84.

B – Seznam článků z domácích časopisů vztahujících se k tématu diplomové práce

Rešerše byla provedena ve všech uvedených časopisech (A až I) počínaje prvním číslem roku 1990 (případně od prvního čísla, kdy začal časopis existovat) a konče posledním číslem roku 2013. V rámci časopisu pak chronologicky.

A – časopis *Pedagogika*

- SLAVÍK, J. Lesk a bída oborových didaktik. *Pedagogika*. 2003, roč. 53, č. 2, s. 137–140.

B – časopis *Pedagogická orientace*

- TRNA, J. Didaktika fyziky a psychologie. *Pedagogická orientace*. 1993, č. 7, s. 77–83.
- TRNA, J. Nastává éra mezioborových didaktik?. *Pedagogická orientace*. 2005, roč. 15, č. 1, s. 89–97.
- JANÍK, T. a J. SLAVÍK. Obory ve škole a jejich enkulturační funkce. *Pedagogická orientace*. 2009, roč. 19, č. 2, s. 5–21.
- ŠKODA, J. a P. DOULÍK, P. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*. 2009, roč. 19, č. 3, s. 24–44.
- NEZVALOVÁ, D. Didaktika fyziky v České republice: trendy, výzvy a perspektivy. *Pedagogická orientace*. 2011, roč. 21, č. 2, s. 171–192.

C – časopis *Orbis Scholae*

- JANÍK, T., J. MAŇÁK, P. KNECHT a J. NĚMEC. Proměny kurikula současné české školy: vize a realita. *Orbis Scholae*. 2010, roč. 4, č. 3, s. 9–35.

D – časopis *Studia Pedagogica*

Nenalezen žádný článek odpovídající uvedeným kritériím.

E – časopis E-pedagogium

Nenalezen žádný článek odpovídající uvedeným kritériím.

F – časopis SCIED

- HEJNOVÁ, E. Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích - minulost a současnost. *Scientia in educatione*. 2011, roč. 2, č. 2, s. 77–90.

G – časopis Chemické listy

- ČTRNÁCTOVÁ, H. a J. BANÝR. Historie a současnost výuky chemie u nás. *Chemické listy*. 1997, roč. 91, č. 1, s. 59.
- HELLBERG, J. a M. BÍLEK. Vývoj chemického vzdělávání v souvislosti s rozvojem chemie jako vědy. *Chemické listy*. 2000, roč. 94, č. 12, s. 1125–1131.
- ČTRNÁCTOVÁ, H. a J. ZAJÍČEK. Současné školství a výuka chemie v České republice. *Chemické listy*. 2010, roč. 104, č. 8, s. 811–818.

H – časopis Chemie–Biologie–Zeměpis

- HOLADA, K. Základy přírodovědného vzdělávání. (1. skica projektu). *Biologie - chemie – zeměpis*. 1995, roč. 4, č. 1, s. 1–3.
- CHUPÁČ, A. Káva - modelové téma pro integraci přírodovědných předmětů na základní škole. *Biologie, chemie, zeměpis: Časopis pro výuku přírodovědných předmětů na základních a středních školách*. 2006, roč. 15, č. 5, s. 236–238.

I – časopis Matematika–fyzika–informatika

- KREMPASKÝ, J. Integrované vyučovanie prírodných vied. *Matematika–fyzika–informatika*. 1992/93, roč. 2, č. 3, s. 129–132.
- JANÁS, J. Mezipředmětové vazby v přírodovědných předmětech. *Matematika–fyzika–informatika*. 1996/97, roč. 6, č. 2, s. 79–81.
- TÝŘ, J. Periodická soustava prvků z hlediska mezipředmětových vztahů fyziky a chemie. *Matematika–fyzika–informatika*. 1996/97, roč. 6, č. 5, s. 261–264.
- PINKAVOVÁ, Z. Mezipředmětové vazby ve výuce fyziky na ZŠ. *Matematika–fyzika–informatika*. 2001/02, roč. 11, č. 5, s. 316–318.

- MACHÁČEK, M. Fyzika a živá příroda. *Matematika–fyzika–informatika*. 2001/02, roč. 11, č. 8, s. 477–483.
- TARÁBEK, P. a P. ZÁŠKODNÝ. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace. *Matematika–fyzika–informatika*. 2006, roč. 16, č. 3, s. 146–157.
- TARÁBEK, P. a P. ZÁŠKODNÝ. Didaktická komunikace fyziky a její aplikace (2. část). *Matematika–fyzika–informatika*. 2006, roč. 16, č. 4, s. 224–227.
- LEPIL, O. Odkaz díla prof. PaedDr. Josefa Fuky v didaktice fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*. 2007, roč. 17, č. 4, s. 218–225.
- LEPIL, O. K vývoji didaktiky fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*. 2008, roč. 18, č. 2, s. 82–92.
- BROCKMEYEROVÁ, J. a P. TARÁBEK. Struktura didaktické komunikace fyziky. *Matematika–fyzika–informatika*. 2009, roč. 18, č. 5, s. 277–284.
- NEZVALOVÁ, D. Didaktika fyziky: trendy, výzvy a perspektivy. *Matematika–fyzika–informatika*. 2011, roč. 21, č. 2, s. 87–96.

J – ostatní publikace

Řazeno abecedně dle názvu časopisu a v rámci časopisu pak chronologicky. Na konci jsou uvedeny jiné zdroje (knihy, akademické práce) řazené chronologicky.

- ŠÍBA, M. a H. KLÍMOVÁ. Integrovaná výuka ve vzdělávání v chemii. In: 8. ročník mezinárodní konference *Alternativní metody výuky 2010*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2010, s. 47.
- SOLÁROVÁ, M. Interdisciplinární využití pojmů ve výuce přírodovědných předmětů na ZŠ a SŠ. In *Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní prírodných vied*. Smolenice, 2005.
- ŠVECOVÁ, M., V. PUMPR, P. BENEŠ a J. HERINK. Nové přístupy k přípravě a dalšímu vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů na Univerzitě Karlově v Praze. *Aula : revue pro vysokoškolskou a vědní politiku*. 2005, roč. 13, č. 4, s. 26–29.
- Téma voda. *Dnešní svět*. 2005/06, roč. 2005/06, č. 2, s. 2–23.
- Téma energie. *Dnešní svět*. 2005/06, roč. 2005/06, č. 3, s. 2–25.
- Téma sopky. *Dnešní svět*. 2007/08, roč. 2007/08, č. 4, s. 2–23.

- Téma sních a led. *Dnešní svět*. 2009/10, roč. 2009/10, č. 6, s. 2–25.
- Téma vítr. *Dnešní svět*. 2010/11, roč. 2010/11, č. 2, s. 2–25.
- Téma čas. *Dnešní svět*. 2013/14, roč. 2013/14, č. 6, s. 2–25.

- ŠTERBÁKOVÁ, K. Medzipredmetové vzťahy vo vyučovaní prírodovedných predmetov. *Fyzika v kontexte kultury*. 2001, s. 171–175.

- FRÝZKOVÁ, M. Integrace učiva ve školních vzdělávacích programech se zaměřením na výuku chemie [Část 1.]. *Komenský: Časopis pro učitele základní školy*. 2006/07, roč. 131, č. 4, s. 26–30.

- CHUPÁČ, A. Potraviny, jak je neznáme: integrované vyučování na základní škole. *Moderní vyučování: Časopis pro nové programy v českém základním školství*. 2006, roč. 12, č. 7, s. 18–19.
- VRKOČOVÁ, M. a J. VEŘMIŘOVSKÝ. Interdisciplinární propojení poznatků v projektu Energie. *Moderní vyučování: Časopis pro nové programy v českém základním školství*. 2006, roč. 12, č. 8, s. 18–19.

- RAFFAJOVÁ, E. Netradičné formy v integrovanom tematickom vyučovaní (1.). *Naša škola*. 2000/01, roč. 4, č. 2, s. 24–29.
- RAFFAJOVÁ, E. Netradičné formy v integrovanom tematickom vyučovaní (2.). *Naša škola*. 2000/01, roč. 4, č. 6, s. 10–16.

- PODROUŽEK, L. Perspektivy vývoje přírodovědních a společenských vědních předmětů v české základní škole. *Pedagogické spektrum*. 2003, roč. 12, č. 1/2, s. 29–32.

- SPOUSTA, V. Interdisciplinarita a mezioborové vztahy se zřetelem k uměnovýchovným předmětům. In: *Sborník prací Filosofické fakulty brněnské university. Roč. XLVI, řada pedagogická (U), č. 2, 1997*. Brno: Masarykova univerzita, 1998, s. 49–64. ISBN 80-210-1753-8.

- CHUPÁČ, A. Příspěvek k tvorbě učebních úloh pro integrované vyučování přírodovědných předmětů. *Technológia vzdelávania : Vedecko - pedagogický časopis s informačnou prílohou*. 2006, Roč. 14, č. 5, s. 11–15.

- TUČÍMOVÁ, A. Děti se často ptají, proč se mají učit fyziku a na co ji budou v životě potřebovat. *Týdeník školství*. 2010, roč. 18, č. 34, s. 7.

- NOVÁK, S. Integrace vědního základu v přípravě učitelů 1. stupně na PdF MU. *Učitel'ské listy : Nezávislý měsíčník*. 2007/08, roč. 15, č. 5, s. 14–15.

- ŠTEFFLOVÁ, J. Integrace předmětů není fata morgána. *Učitel'ské noviny*. 2001, roč. 104, č. 19, s. 8–9.

- ŠTEFFLOVÁ, J. Muzeum vstupuje do škol. *Učitel'ské noviny: týdeník pro učitele a přátele školy*. 2007, roč. 110, č. 9, s. 15.

- ZEMAN, M. Fyzika a medzipredmetové vzťahy na 2.stupni základnej školy. Námety k priebežnému vzdelávaniu pedagogických pracovníkov. *Učitel'ské noviny*. 1990, roč. 40, č. 3, s. 8.

- PODROUŽEK, L. *Integrovaná výuka za základní škole*. Plzeň: Fraus, 2002. ISBN 80-7238-157-1.

- BÍLEK, M. Oborové didaktiky jako interdisciplinární vědní obory a jejich vybraná pojetí (s příklady z didaktiky chemie). *Trendy soudobé výuky didaktických disciplín na vysokých školách: Sekce III. Otázky vzájemného sepětí obecné didaktiky a didaktik jednotlivých oborů* [online]. 2003 [cit. 2014-08-19]. Dostupné z: http://pdf.uhk.cz/kch_old/obecna_didaktika_konference/prispevky/bilek_sekce3_obor_did.htm

- LEPIL, O. Jsou projekty integrované přírodovědy cestou vývoje fyzikálního vzdělávání v 21. století? In: *Projekty v teorii a praxi vyučování fyzice*. Univerzita Palackého, Olomouc 2005, s. 32 – 38. ISBN 80-244-1180-6.

- ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Acta Universitatis Purkynianae č. 106. Studia paedagogica. Ústí nad Labem: UJEP, 2005. 210 s. ISBN 80-7044-696-X.

- NEZVALOVÁ, D. *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6
- NEZVALOVÁ, D. *Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyzika, chemie)*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. ISBN 978-80-244-1791-2
- ŠKODA, J., P. DOULÍK a kol. *Aktuální problémy vybraných oborových didaktik*. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2009. ISBN 978-80-7414-169-0.
- KUDRNOVÁ, T. *Chemie vody, vzduchu a půdy (součást integrované výuky)*. Praha, 2010. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
- DRÁPKOVÁ, A. *Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia*. Olomouc, 2011. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- ŠÍBA, M. *Integrovaná přírodovědná výuka a historie přírodních věd v chemickém vzdělávání*. Praha, 2013. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.

C – Powerpointová prezentace na téma Luminiscence

CO JE TO LUMINISCENCE?

Martin Konečný

Přírodovědecká fakulta
Univerzita Karlova v Praze

Praha

ÚVOD

• Co je to luminiscence?

= je spontánní (samovolné) záření obvykle pevných nebo kapalných látek, které vzniká jako přebytek záření tělesa nad úroveň jeho tepelného záření v dané spektrální oblasti při dané teplotě, přitom toto záření má určitou dobu doznívání, tedy trvá i po skončení budícího účinku.

• A co luminofor?

Co je to luminiscence?

JAK VZNIKÁ LUMINISCENCE?

luminofor (základní stav) + energie



luminofor* (excitovaný stav)



luminofor (základní stav) + světlo



Co je to luminiscence?

DRUHY LUMINISCENCE

a) dle způsobu excitace

- **Fotoluminiscence** – vyvolána elektromagnetickým zářením
- **Elektroluminiscence** – vyvolána elektrickým polem (např. luminiscenční dioda, reklamní panely, nouzové osvětlení)
- **Katodoluminiscence** – vyvolána dopadajícími elektrony (např. stínítko televizní obrazovky, osciloskopu)
- **Chemoluminiscence** (chemiluminiscence) – vyvolána chemickou reakcí
 - Bioluminiscence – chemická reakce v živých organismech
- **Mechanoluminiscence** – vyvolána mechanickou energií
 - Triboluminiscence – vyvolána třením

Co je to luminiscence?

DRUHY LUMINISCENCE

b) dle doby trvání po skončení excitace

- **Fluorescence** – luminiscence zmizí s přerušením excitace
- **Fosforescence** – luminiscence trvá i po přerušení excitace (několik minut až hodin)

Co je to luminiscence?

MECHANOLUMINISCENCE

Cukr přeci nesvítl?

Pomůcky: cukr, kleště



Co je to luminiscence?

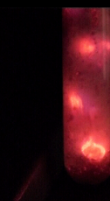
CHEMILUMINISCENCE

- Světelné tyčinky (tzv. lightsticky)
- Chemiluminiscence alkalické směsi pyrogallolu a formaldehydu
- Chemiluminiscence luminolu
- Chemiluminiscence při krystalizaci

Co je to luminiscence?

CHEMILUMINISCENCE

- Červený trpaslík – „singletový kyslík“



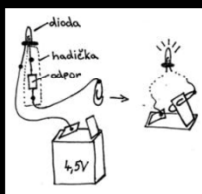
Co je to luminiscence?

FOTOLUMINISCENCE

- Výroba UV lampičky

Pomůcky: UV dioda (390 nm), rezistor (50 -60 Ω , na 0,6 W), plochá baterie (4,5 V), vodiče, kancelářská sponka, kousek hadičky, páska

- Cena cca 30 Kč



Co je to luminiscence?

FOTOLUMINISCENCE

FLUORESCENCE:

- Fluorescein, eosin, rhodamin
- Aeskuletin (jírovec maďal- „kaštan“)
- Chlorofyl
- Zvýrazňovače
- Bankovky, tonic, zuby, prací prášek, OP, „lítačka“, ...

Co je to luminiscence?

FOTOLUMINISCENCE

FOSFORESCENCE:

- Světloňoš
- Fluorescein
- Sidotova blejna

Co je to luminiscence?

VÝSKYT A POUŽITÍ LUMINISCENCE

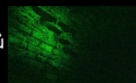
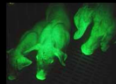
- Zářivky
- Bioluminiscence
- Svatojánské mušky, prvoci, houby, světluška, ryby, václavka obecná (pařezy)



Co je to luminiscence?

VÝSKYT A POUŽITÍ LUMINISCENCE

- Obrazovky televizorů, osciloskopů
- Nerosty
- Mapování podzemních toků (Bodanské jezero)
- Kriminalistika, Chemická analýza
- Luminiscenční divadlo (Chrudim)
- Tchajwanské světélkující prase



Co je to luminiscence?

PODĚKOVÁNÍ

- **Katedře didaktiky fyziky MFF UK** za poskytnutí prostředků na chemikálie
- **Mgr. Z. Polákovi** za podněty a ukázkou výroby UV lampičky
- **Doc. RNDr. J. Dianovi, CSc.** za odborné rady chemického rázu
- **RNDr. V. Žákoví** za cenné připomínky a pomoc při přípravě
- **V. Barešovi** za cenné podněty a pomoc při přípravě

Co je to luminiscence?

DĚKUJI ZA POZORNOST

Co je to luminiscence?

D – Dotazník konference/workshop učitelů chemie

DOTAZNÍK



„KONFERENCE/WORKSHOP UČITELŮ CHEMIE“

Vážená kolegyně, vážený kolego,

dovolujeme si Vás oslovit s prosbou o vyjádření Vašeho názoru k zamýšlené konferenci/workshopu určené pro učitele chemie ze základních a středních škol. Vize konference je vytvoření prostoru pro sdílení nápadů, zkušeností, pokusů nejen z výuky ...

Za čas věnovaný vyplnění dotazníku předem děkujeme a těšíme se na Vás na 1. konferenci určené přímo učitelům chemie ze základních a středních škol v ČR.

H. Čtrnáctová, M. Konečný, M. Solarová, E. Trnová
Česká společnost chemická

1) Jsem učitelem/učitelkou na:

☐ základní škole ☐ střední škole ☐ vysoké škole

2) Chemii učím:

☐ aprobovaně ☐ neaprobovaně

po dobu: ☐ 0–2 roky ☐ 3–5 let ☐ 5–10 let ☐ 10–15 let ☐ 15–20 let ☐ více než 20 let

3) Další aprobační předmět:

☐ pouze chemie ☐ biologie ☐ fyzika ☐ matematika ☐ jiný:

4) Nápad konference učitelů chemie mě:

☐ nezaujal, takových konferencí je spousta ☐ zaujal
☐ nezaujal/neutrální ☐ nadchnul, taková konference tu dlouho chyběla

5) Kolik dní by bylo vhodné pro konání konference?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ více:

6) Byl/a bych raději, kdyby konference probíhala:

☐ všední dny ☐ pátek + víkend ☐ všední dny + sobota ☐ neděle + všední dny ☐ prázdniny

7) Jaké období by pro Vás bylo na konání konference nejvhodnější?

☐ konec června ☐ počátek září ☐ říjen ☐ únor
☐ 2. polovina srpna ☐ konec září ☐ konec ledna ☐ jiný:

8) Uvítal/a bych program konference se zaměřením na (vyberte maximálně 2):

☐ chemické pokusy ☐ interdisciplinární témata – fyzika, biologie
☐ zajímavé přípravy, prezentace do hodin ☐ popularizace složitějších témat v chemii
☐ informace o zapojení do projektů, soutěží ☐ výzkumy/nové trendy v didaktice chemie
☐ obsah a zpracování ŠVP ☐ využití multimediálních technologií ve výuce chemie
☐ novinky v oblasti chemie ☐ jiná:

9) Další vhodná náplň konference by podle Vás byla (vyberte maximálně 2):

☐ společenský večer ☐ praktické práce v laboratoři
☐ exkurze po pracovištích VŠ ☐ moderovaná diskuze mezi účastníky
☐ exkurze do průmyslových podniků ☐ historická exkurze města
☐ popularizační přednášky s odborníky ☐ jiná:

10) Poplatek za konferenci pravděpodobně bude uhrazen z:

☐ vlastní zdroje (sám/sama) ☐ zaměstnavatel ☐ jiné zdroje:

Pro Vás přijatelná výše účastnického poplatku (zaokrouhleno na stokruny): Kč

11) Mám zájem, aby bylo společně řešeno výhodné ubytování: ☐ ANO ☐ NE

12) Mám zájem, aby bylo společně řešeno výhodné stravování: ☐ ANO ☐ NE

13) Přivítal/a bych spíše:

☐ pasivní účast (bez příspěvku) ☐ aktivní účast (s příspěvkem)

Příspěvek nechci/chci přednést z důvodu (volně slovy):

14) Váš další komentář, náměty, nápady, názory, očekávání (volně slovy):

E – Obsah CD „Mezioborové vztahy chemie a fyziky v přírodovědném vzdělávání“

Uvádím obsah přiloženého CD k diplomové práci. CD obsahuje 7 souborů:

- KONEČNÝ Martin_Diplomova práce_2014

Elektronická verze diplomové práce

- KONEČNÝ Martin_Luminiscence

Materiál k tématu Luminiscence

- KONEČNÝ Martin_Luminiscence prezentace

Prezentace k tématu Luminiscence (novější verze Office)

- KONEČNÝ Martin_Luminiscence prezentace 97-03

Prezentace k tématu Luminiscence (starší verze Office 97-03)

- KONEČNÝ Martin_Luminiscence prezentace pdf

Prezentace k tématu Luminiscence ve formátu pdf

- KONEČNÝ Martin_Struktura a vlastnosti látek

Materiál k tématu Struktura a vlastnosti látek

- KONEČNÝ Martin_Vyvoj vesmíru a vznik prvku

Materiál k tématu Vývoj vesmíru a vznik prvků